Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

collection
ENVIROGUIDE

LE CHLORURE DE VINYLE

Canada

mars 1985

86-03107/

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

LE CHLORURE DE VINYLE

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
MARS 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par la Section des publications
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

Édition française de
Vinyl Chloride
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. En 48-10/34-1985F
ISBN 0-662-93447-4
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

AVANT-PROPOS

La collection "Enviroguide" a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VIII
	Liste des tableaux	IX
	Abréviations et symboles	XI
	Définitions	XIII
	Sigles	XV
1	**Résumé**	1
2	**Propriétés physiques et chimiques**	4
3	**Production, transport et commerce**	
3.1	Qualité et titre	11
3.2	Fabricants situés au Canada	11
3.3	Autres fournisseurs	11
3.4	Centres de production et transport	11
3.5	Volume de production	12
3.6	Fabrication industrielle	12
3.6.1	Information générale	12
3.6.2	Matières premières	12
3.6.3	Procédé de fabrication	12
3.7	Principales utilisations au Canada	13
3.8	Principaux acheteurs au Canada	13
4	**Manutention du produit et compatibilité**	14
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	14
4.1.1	Information générale	14
4.1.2	Bouteilles	14
4.1.3	Cylindres d'une tonne	15
4.1.4	Wagons-citernes	15
4.1.5	Véhicules-citernes	18
4.2	Déchargement	19
4.2.1	Équipement et opérations de déchargement des bouteilles et des cylindres d'une tonne	19
4.2.2	Équipement et opérations de déchargement des wagons-citernes et des véhicules-citernes	19
4.2.3	Spécifications et matériaux de fabrication des organes de déchargement	20
4.3	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	21
5	**Fuite et migration du produit**	23
5.1	Aperçu général	23
5.2	Fuite du produit	23
5.2.1	Introduction	23
5.2.2	Nomogrammes des fuites	25
5.2.2.1	Perforation dans le bas: fuite de liquide	25
5.2.2.2	Perforation dans le haut: fuite de gaz	25
5.2.3	Exemples de calcul	28
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	28
5.3.1	Introduction	28
5.3.2	Nomogrammes de la diffusion de la bouffée de vapeurs	29

5.3.2.1	Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	31
5.3.2.2	Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse	35
5.3.2.3	Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé	36
5.3.3	Exemple de calcul	36
5.4	Comportement dans l'eau	40
5.4.1	Introduction	40
5.4.2	Nomogramme pour déterminer l'étalement sur un plan d'eau	40
5.4.3	Exemple de calcul	42
5.5	Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol	42
5.5.1	Introduction	42
5.5.2	Migration du polluant dans le sol	43
5.5.3	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant	43
5.5.4	Types de sol	45
5.5.5	Nomogramme de la migration	45
5.5.6	Exemple de calcul	48
6	**Protection de l'environnement**	49
6.1	Limites maximales admissibles	49
6.1.1	Qualité de l'eau	49
6.1.2	Qualité de l'air	49
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	49
6.2.1	Évaluation de la toxicité et des effets en milieu aquatique	49
6.3	Toxicité pour d'autres espèces	49
6.4	Dégradation et devenir à long terme	49
7	**Protection de la santé**	51
7.1	Normes d'exposition	51
7.2	Données sur les propriétés irritantes	53
7.2.1	Contact avec la peau	53
7.2.2	Contact avec les yeux	53
7.3	Données sur les propriétés organoleptiques	53
7.3.1	Odeur	53
7.3.2	Saveur	54
7.4	Études sur les effets toxiques	54
7.4.1	Inhalation	54
7.4.2	Ingestion	56
7.4.3	Cancérogénicité	57
7.4.4	Tératogénicité et mutagénicité	60
7.5	Symptômes et conséquences de l'intoxication	62
7.5.1	Inhalation	62
7.5.2	Ingestion	63
7.5.3	Contact avec la peau	63
7.5.4	Contact avec les yeux	63
7.6	Toxicité des produits de décomposition ou de combustion pour l'homme	63
7.6.1	Dioxyde de carbone et chlorure d'hydrogène	63
8	**Compatibilité chimique**	64
8.1	Compatibilité entre le chlorure de vinyle et divers agents	64
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	65
9.1	Mesures recommandées	65
9.1.1	Danger d'incendie	65
9.1.2	Moyens d'extinction	65
9.1.3	Évacuation de la zone dangereuse	65

9.1.4	Mesures d'intervention en cas de déversement	65
9.1.4.1	Information générale	65
9.1.4.2	Déversement sur le sol	66
9.1.4.3	Déversement dans l'eau	66
9.1.5	Nettoyage et traitement	66
9.1.5.1	Déversement dans l'eau	66
9.1.5.2	Information générale	66
9.1.6	Élimination du polluant	67
9.1.7	Appareils et vêtements de protection	67
9.1.8	Entreposage	67
9.2	Équipement, techniques et produits spécialisés d'intervention	68
10	**Cas de déversement accidentel**	69
10.1	Information générale	69
10.2	Déraillement d'un train	69
11	**Identification et dosage du polluant**	71
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air	71
11.1.1	Chromatographie en phase gazeuse	71
11.2	Identification du polluant présent dans l'air	72
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau	72
11.3.1	Spectrophotométrie de partage dans l'infrarouge	72
11.4	Identification du polluant présent dans l'eau	72
11.5	Dosage du polluant présent dans le sol	72
11.5.1	Spectrophotométrie infrarouge	72
11.6	Identification du polluant présent dans le sol	73
12	**Références et bibliographie**	74
12.1	Références	74
12.2	Bibliographie	80

LISTE DES FIGURES

1	Pression de vapeur en fonction de la température	8
2	Solubilité dans l'eau	9
3	Masse volumique du liquide en fonction de la température	9
4	Viscosité du liquide en fonction de la température	10
5	Diagramme de phases	10
6	Wagon-citerne de spécification 105A300W	16
7	Perforation au-dessus ou au-dessous du niveau du liquide	24
8	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	26
9	Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice	26
10	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	27
11	Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice	27
12	Formation d'une bouffée de vapeurs	30
13	Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse	32
14	Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	33
15	Distance parcourue par la bouffée en fonction du temps écoulé	34
16	Conversion des unités de la TLV®	37
17	Conversion en grammes par mètre cube du pourcentage volumique de la limite inférieure d'inflammabilité	38
18	Zone dangereuse maximale sous un vent invariable	41
19	Zone dangereuse maximale sous un vent variable	41
20	Rayon maximal de la nappe en fonction de la masse déversée	42
21	Migration dans le sous-sol	44
22	Plan d'utilisation des nomogrammes	46
23	Migration dans un sable grossier	47

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogrammes de conversion	7
2	Spécifications CCT/DOT s'appliquant aux bouteilles utilisées pour le chlorure de vinyle	14
3	Spécifications CCT/DOT s'appliquant aux wagons-citernes utilisés pour le chlorure de vinyle	15
4	Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 105A300W	17
5	Caractéristiques des véhicules-citernes de spécification TC331	18
6	Compatibilité du chlorure de vinyle et de certains matériaux de fabrication	22
7	Catégories météorologiques (de stabilité)	31
8	Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse de vapeurs de chlorure de vinyle (à 20 °C)	35

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
B	Périmètre mouillé
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.*	Dose létale minimale
DL 50*	Dose létale moyenne
DT min.	Dose toxique minimale
et coll.	Et collaborateurs
eV	Électronvolt
f. n. éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
h	Hauteur
IDLH*	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	Jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
K_0	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé
k	Coefficient de perméabilité intrinsèque
l	Litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
M	Molaire
MAK*	Teneur maximale admissible
MAK-D*	Teneur maximale admissible
MAK-K*	Teneur maximale admissible - courte durée
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK*	Teneur maximale d'immission
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse moléculaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MP *t*	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
N	Normal
Pa . s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL*	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL*	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
$temp._a$	Température ambiante
$temp._c$	Température critique
TE 50*	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50*	Teneur inhibitrice moyenne
TLm*	Tolérance moyenne
TL min.*	Teneur létale minimale

TL 50*	Teneur létale moyenne
TLV®*	*Threshold Limit Value*
TLV® -C*	*Threshold Limit Value-Ceiling*
TPN	Température et pression normales
TT min.*	Teneur toxique minimale
u	Vitesse du vent
μ	Viscosité
vap	Vapeur
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
vol.	Volume
°Bé	Degré Baumé
°C	Degré Celsius
ϕ	Diamètre
x	Distance sous le vent
⚒	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction

* Les abréviations suivies d'un astérique sont expliquées dans la section Définitions.

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection "Enviroguide". Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. - Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioconcentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. - Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. - Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. - Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. - Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. - Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). - Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). - À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. - La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. - Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* - Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. - Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un "récepteur" qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. - En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* - Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. - Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. - Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* - Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. - Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (**TLV** - *Short Term Exposure Limit).* - Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. - Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. - Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. - Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. - Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). - Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). - À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. - Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV® -C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. - La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). - Rapport de la masse d'une substance dissoute

à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV® *(Threshold Limit Value).* - Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV® -C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* - Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. - Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)
AWWA	American Water Works Association
CBG	Chemical Buyer's Guide (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CCT	Commission canadienne des transports
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)
DOT	Department of Transportation (USA)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
ITII	International Technical Information Institute (Japon)
MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
MDT	Ministère des Transports (du Canada)
NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NFPA	National Fire Protection Association (USA)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NRC	National Research Council (USA)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)
STCC	Standard Transportation Commodity Code (Amérique du Nord)

1 RÉSUMÉ

Chlorure de vinyle (H_2C = CHCl)

Le chlorure de vinyle est un gaz incolore, à odeur éthérée, douce et agréable.

Synonymes

Chloro-éthylène, V.C. (syn. anglais: *vinyl chloride*)

Numéros d'identification

UN 1086; CAS 75-01-4; OHM-TADS 7216947; STCC 4905792

Qualité et titre

Qualité commerciale ou technique: 99,9 p. 100.

Danger immédiats

Incendie. - Très inflammable. Retour de flamme possible le long de la trajectoire des vapeurs.
Effet sur l'homme. - Cancérigène; toxique par inhalation ou par contact cutané.
Effet sur l'environnement. - Nocif pour la vie aquatique.

Données relatives aux propriétés physiques

État à l'expédition: liquide (gaz comprimé)
État (à 15 °C, 1 atm): gazeux
Point d'ébullition: -13,4 °C
Point de fusion: -153,8 °C
Inflammabilité: inflammable
Point d'éclair: -78 °C (c.o.)
Pression de vapeur: 336,5 kPa (20 °C)
Masse volumique: 0,969 g/cm^3
(liquide à -14 °C) 2,62 kg/m^3 (gaz à 25 °C)
Solubilité dans l'eau: 0,11 g dans 100 g d'H_2O (à 25 °C)

Comportement dans l'eau: flotte et entre en ébullition; aucune réaction
Comportement dans l'air: vapeurs plus lourdes que l'air
Plage du seuil olfactif: 1200 à 25 000 ppm
Polymérisation: si chauffé, à la lumière du jour ou en présence d'air; réaction exothermique

Dangers pour l'environnement

En milieu aquatique, s'évapore rapidement, mais se dégrade très lentement. Le facteur de bioconcentration chez le poisson peut atteindre 1,9.

Dangers pour l'homme

Teneur maximale admissible (TLV®) établie par l'ACGIH: 5 ppm (10 mg/m^3).
Teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH) non établie par le NIOSH.

Effets en cas d'inhalation. - Irritation des yeux, des muqueuses du nez et de la gorge. Étourdissements, anesthésie, gêne respiratoire, irritation des poumons, maux de tête et paralysie. De fortes teneurs peuvent être fatales.
Effets en cas de contact. - Irritation de la peau et des yeux. Le chlorure de vinyle liquide cause engelures et dessiccation de la peau. Le contact avec les yeux cause une conjonctivite.

Dispositions immédiates à prendre

- En cas de déversement

Interdire l'accès aux lieux. Signaler: "Produit inflammable". Appeler les pompiers. Prévenir le fabricant. Éliminer les causes possibles d'inflammation (interrompre la circulation automobile et le fonctionnement d'appareils). Colmater la fuite et localiser les matières déversées, si cela peut être fait sans danger. Éviter tout contact avec le liquide et éviter d'inhaler les vapeurs; rester au vent de la source. Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau.

- En cas d'incendie

Ne pas tenter d'éteindre l'incendie à moins que le déversement puisse être arrêté. Utiliser de la mousse, de la poudre sèche, de la neige carbonique, de l'eau pulvérisée ou en brouillard. Refroidir à l'eau les récipients exposés aux flammes. Ceux-ci peuvent exploser à la chaleur du feu. Se tenir éloigné des extrémités des citernes.

Mesures d'intervention d'urgence

- Chlorure de vinyle répandu sur le sol

Construire des barrages pour confiner le liquide. Récupérer ce dernier si c'est possible et en usant de la plus grande prudence, au moyen de pompes, et recueillir dans des réservoirs à chlorure de vinyle; sinon, laisser s'évaporer.

- Chlorure de vinyle déversé dans l'eau

Confiner l'eau polluée en construisant un barrage ou au moyen de barrières naturelles, tant que les teneurs ne seront pas faibles.

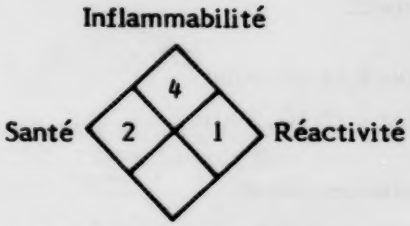
- Chlorure de vinyle émis dans l'atmosphère

Pour empêcher l'inflammation des vapeurs, se servir d'eau pulvérisée. Confiner l'eau de ruissellement pour l'empêcher d'atteindre un égout ou un cours d'eau, aussi longtemps que la plus grande partie du chlorure de vinyle ne sera pas évaporée.

Niveau de gravité du risque selon la NAS

(Catégorie)	(Niveau)
Incendie	4
Santé	
Irritation causée par des vapeurs	2
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	1
Intoxication	2
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	0
Toxicité pour les espèces vivantes du milieu aquatique	0
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	0
Réactivité	
Autres produits chimiques	2
Eau	0
Réaction spontanée	2

Évaluation du risque selon la NFPA



Champ inférieur vide: utiliser l'eau comme moyen d'extinction

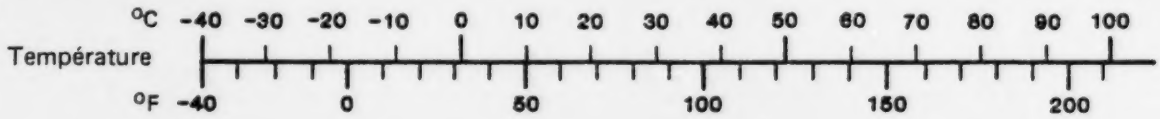
2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Aspect	Gaz, liquide sous pression, incolores (Dow MSDS, 1980)
État à l'expédition	Liquide: gaz comprimé (HCG, 1981)
État à 15 °C, 1 atm	Gaz
Variables d'état	
Point de fusion	-153,8 °C (HCG, 1981; Kirk-Othmer, 1983)
Point d'ébullition	-13,4 °C (HCG, 1981; Kirk-Othmer, 1983)
Pression de vapeur	336,5 kPa (20 °C) (Dow MSDS, 1980) 115 kPa (-10 °C) (Kirk-Othmer, 1983)
Masse volumique et densités	
Densité relative	0,969 g/cm^3 (liquide à -14,2 °C) (Kirk-Othmer, 1983) 0,908,4 g/cm^3 (liquide à 21 °C) (HCG, 1981) 2,62 kg/m^3 (gazeux à 25 °C) (Matheson, 1980)
Masse volumique	0,9104 (liquide à 20 °C/20 °C) (Dow MSDS, 1980)
Densité de la vapeur	2,15 (Dow MSDS, 1980) 2,21 (à 25 °C) (Matheson, 1980)
Propriétés relatives à la combustion	
Inflammabilité	Très inflammable (NFPA, 1978) -78 °C (c.o. de Cleveland) (DPIMR, 1981)
Température d'inflammation spontanée	472 °C (NFPA, 1978)
Vitesse de combustion	4,3 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite supérieure d'inflammabilité	33,0 p. 100 en vol. (NFPA, 1978) 22 p. 100 en vol. (Kirk-Othmer, 1983; Matheson, 1980)
Limite inférieure d'inflammabilité	3,6 p. 100 en vol. (NFPA, 1978)
Chaleur de combustion	1134 kJ/mol (20 °C) (CRC, 1980)
Produits de combustion	Dioxyde de carbone, eau et chlorure d'hydrogène (CRC, 1980)
Risque de retour de flamme	Les vapeurs peuvent franchir une distance considérable vers la source d'inflammation et causer un retour de flamme (NFPA, 1978)
Explosibilité	Forme des mélanges explosifs avec l'air (NFPA, 1978)
Comportement dans le feu	À température élevée, peut polymériser avec rupture possible du récipient (NFPA, 1978).

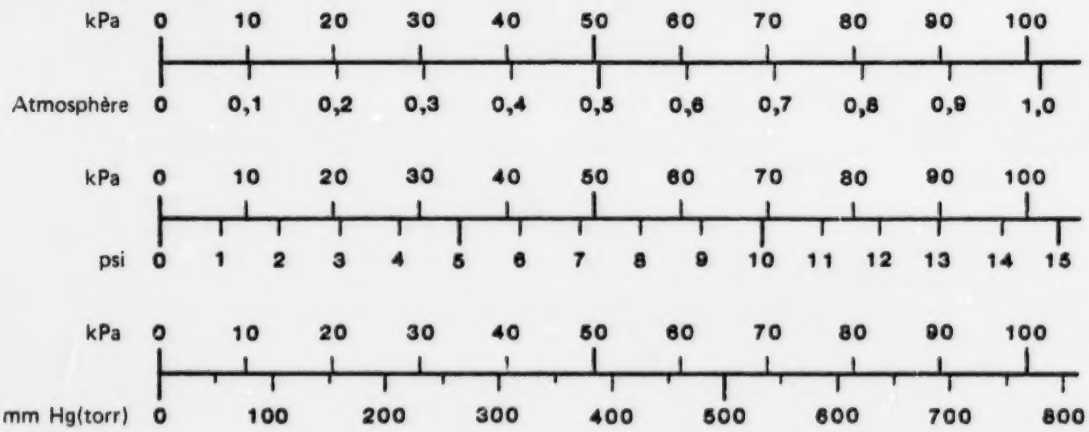
Risque d'allumage électrique	Peut prendre feu à la suite d'une décharge d'électricité statique (NFPA, 1978).
Solubilité	
Eau	0,11 g dans 100 g d'H_2O (25 °C) (Kirk-Othmer, 1983)
Autres corps	Très soluble dans l'éther éthylique, soluble dans l'éthanol (CRC, 1980). Soluble dans le méthanol (Ullmann, 1983).
De l'eau dans le chlorure de vinyle	0,03 g dans 100 g (à -15 °C) (Kirk-Othmer, 1983)
Autres propriétés	
Masse moléculaire du corps pur	62,499 (Kirk-Othmer, 1983)
Composition caractéristique de la solution commerciale	99,9 p. 100 de chlorure de vinyle (Dow MSDS, 1980)
Indice de réfraction	1,366 (liquide à 20 °C) (Ullmann, 1975)
Viscosité	À l'état liquide: 0,273 mPa . s (à -20 °C) (Kirk-Othmer, 1983) À l'état gazeux: 0,0107 mPa . s (à 20 °C) (Matheson, 1980)
Tension superficielle avec l'air	16,0 mN/m (à 25 °C) (CHRIS, 1978) 23,1 mN/m (à -20 °C) (Matheson, 1980)
Tension interfaciale (est.) avec l'eau	30 mN/m (à 20 °C) (CHRIS, 1978)
Chaleur latente de fusion	4,74 kJ/mol (au point de fusion) (HCG, 1981)
Chaleur latente de sublimation	25,65 kJ/mol (est.)
Chaleur latente de vaporisation	20,62 kJ/mol (au point d'ébullition) (Kirk-Othmer, 1983)
Chaleur de polymérisation	4,45 kJ/mol (à -150 °C), 71,18 kJ/mol (156,6 °C) (Ullmann, 1975)
Taux d'expansion à la polymérisation	Environ 35 p. 100 (Ullmann, 1975)
Chaleur de formation	37,3 kJ/mol (à 25 °C) (Sussex, 1977)
Potentiel d'ionisation	10,0 eV (Rosenstock, 1977)
Capacité thermique	
à pression constante	53,6 J/(mol . °C) (à 25 °C) (HCG, 1981) 84,5 J/(mol . °C) (liquide à 20 °C) (Kirk-Othmer, 1983)
à volume constant	50,6 J/(mol . °C) (à 25 °C) (HCG, 1981)
Pression critique	5600 kPa (Kirk-Othmer, 1983)
Température critique	156,6 °C (Kirk-Othmer, 1983)
Conductivité thermique	$7,95 \times 10^{-3}$ W/(m . K) (à 25 °C, gazeux) (Matheson, 1980)
Teneur saturante (calculée)	8625 g/m^3 (à 20 °C)

Moment dipolaire	1,499 D (Kirk-Othmer, 1983)
Constante diélectrique	6,26 (à 17,2 °C) (Ullmann, 1975)
Facteur de conversion pour les vapeurs	1 ppm = 2,577 mg/m^3 (à 20 °C) (Verschueren, 1984)

CHLORURE DE VINYLE — NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression — 1 kPa = 1000 Pa



Viscosité

Dynamique — 1 Pa·s = 1000 centipoises (cPo)

Cinématique — 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)
1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) — 1 kJ = 1000 J

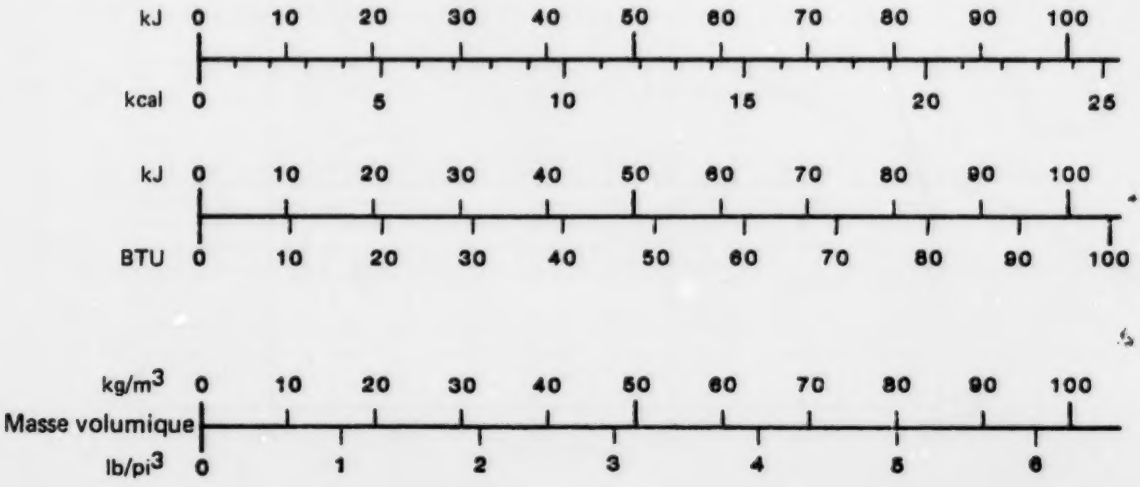


Figure 1

CHLORURE DE VINYLE

PRESSION DE VAPEUR
EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: PPH, 1974

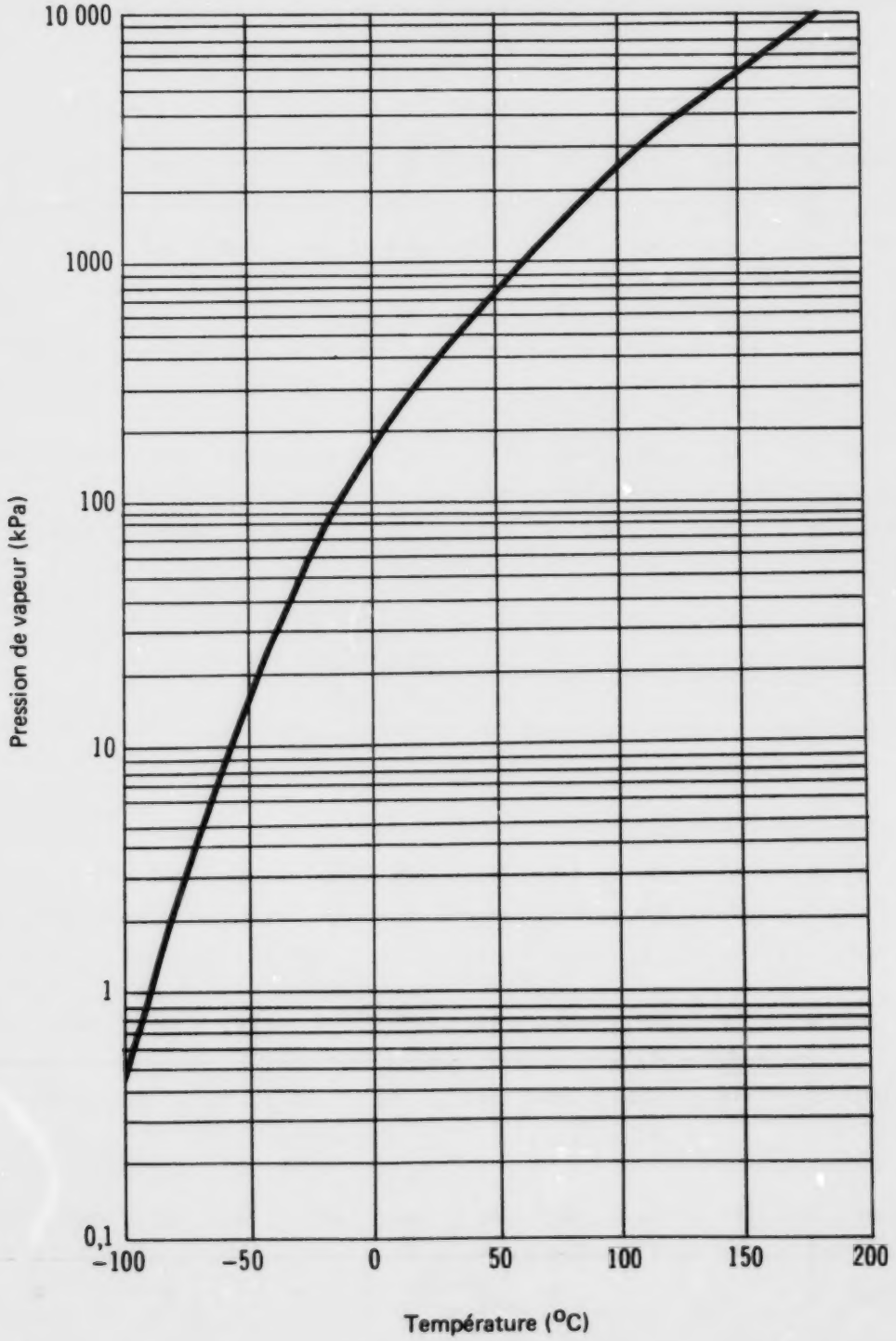


Figure 2

CHLORURE DE VINYLE

SOLUBILITÉ DANS L'EAU

Sources: Matheson, 1974; Kirk-Othmer, 1983

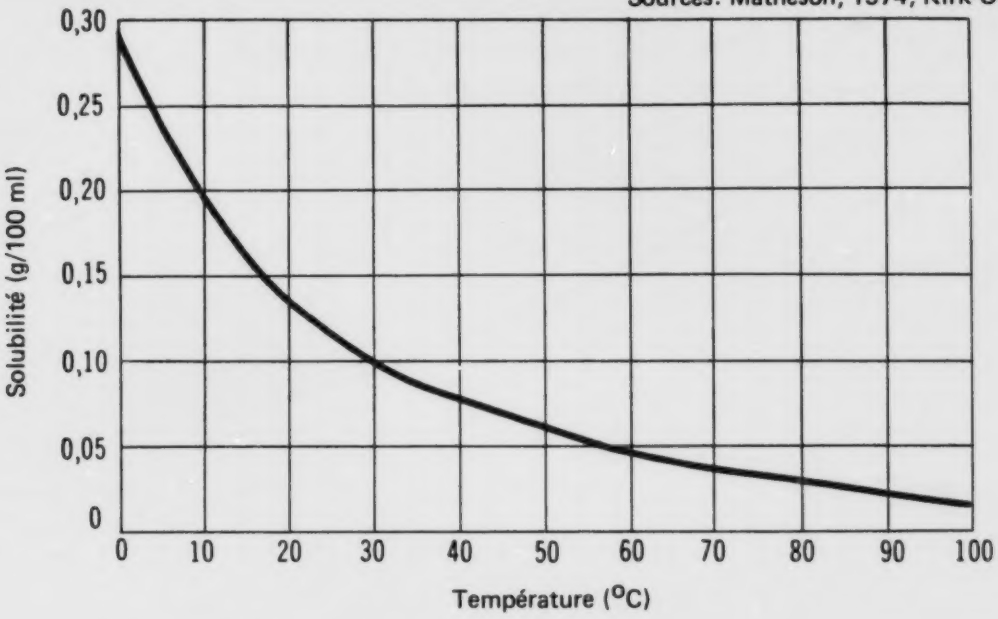


Figure 3

CHLORURE DE VINYLE

MASSE VOLUMIQUE DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Sources: PPH, 1974; Ullmann, 1975

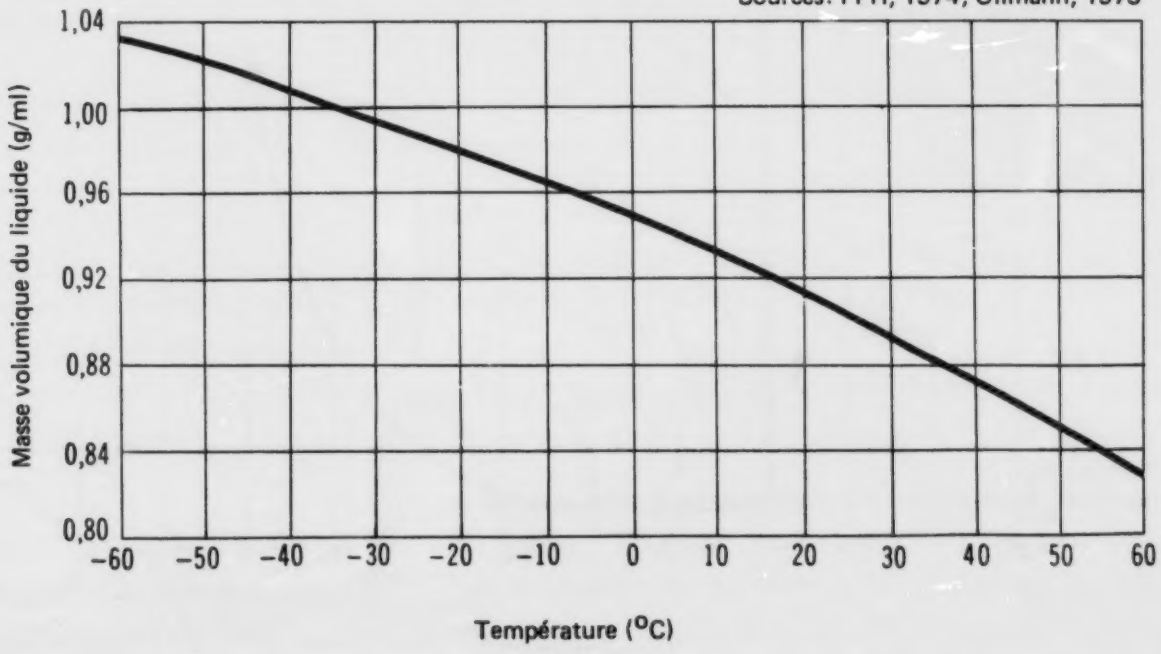


Figure 4

CHLORURE DE VINYLE

VISCOSITÉ DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Sources: Ullmann, 1975; Kirk-Othmer, 1983

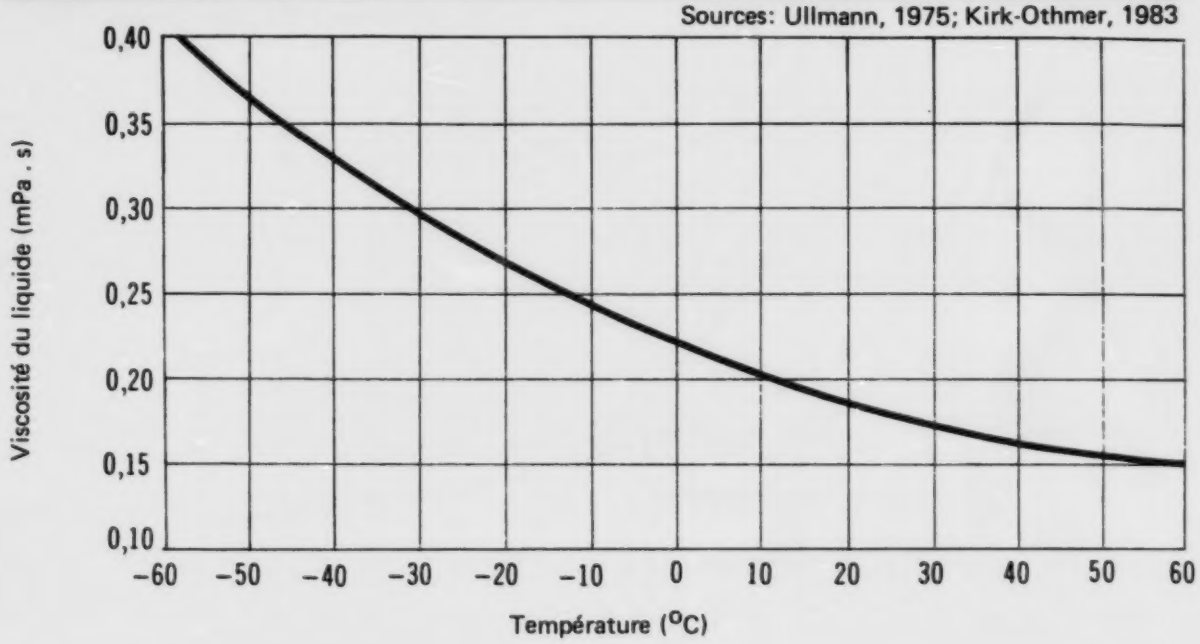
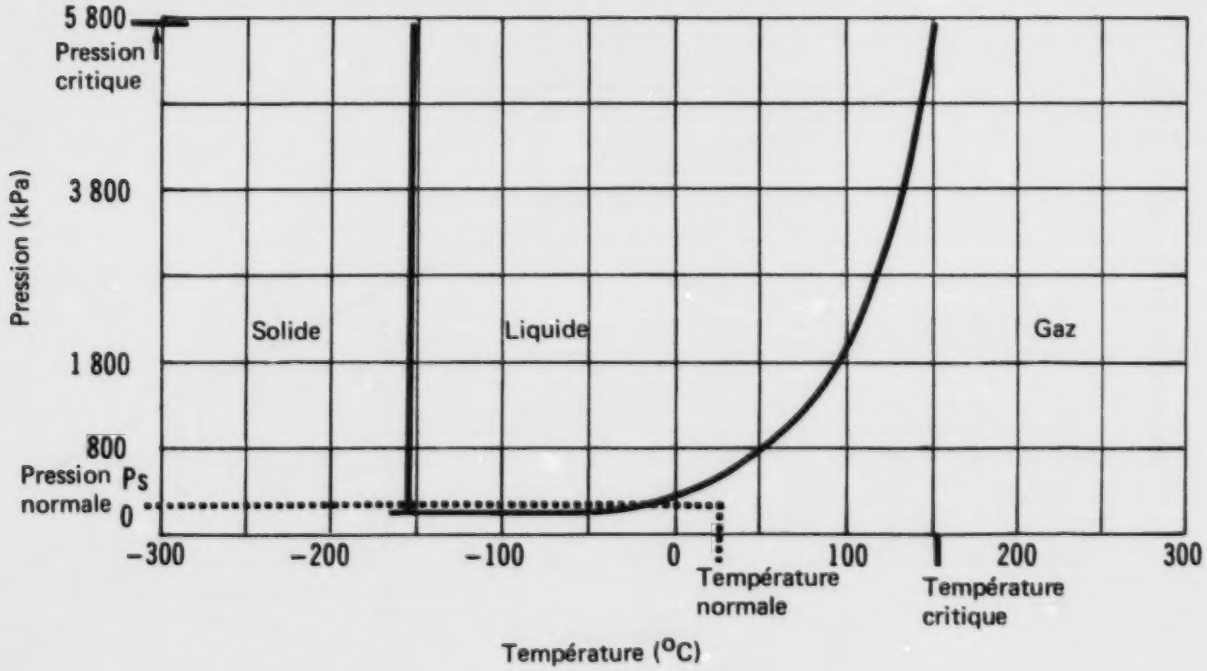


Figure 5

CHLORURE DE VINYLE

DIAGRAMME DE PHASES



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualité et titre (Dow MSDS, 1980; MCA, 1972; Kirk-Othmer, 1983)

Le chlorure de vinyle se vend ordinairement sous forme de gaz liquéfié, de qualité commerciale (ou technique) titrant 99,9 p. 100. Le tableau suivant donne les teneurs maximales des impuretés qu'on y trouve.

Impureté	Teneur maximale (ppm)
Acétylène	2,0
Acidité, en tant qu'HCl, en poids	0,5
Acétaldéhyde	0,0
Alcalinité, en tant que NaOH, en poids	0,3
Butadiène	6,0
Butène-1	3,0
Butène-2	0,5
Éthylène	4,0
Dichloro-1,2 éthane	10,0
Matières non volatiles	150,0
Propylène	8,0
Eau	200,0
Fer, en poids	0,25

3.2 Fabricants situés au Canada (Corpus, 1983; Scott, 1979)

Dow Chemical Canada Inc., C.P. 1012, Modeland Road, Sarnia, Ont., N7T 7K7, (519) 339-3131

3.3 Autres fournisseurs (CGB, 1980)

Henley Chemicals Ltd., 1735, Bayly Street, Pickering, Ont., L1W 3G7, (416) 831-3341

Kingsley and Keith (Canada) Ltd., 310, avenue Victoria, Montréal, Qc, H3Z 2M8, (514) 487-1550

St. Lawrence Chemical Co. (Sales) Ltd., 5405, rue Paré, Montréal, Qc, H4P 1P7, (514) 731-3628

3.4 Centres de production et transport

Au Canada, le chlorure de vinyle est fabriqué à Sarnia (Ontario) et à Fort Saskatchewan (Alberta). Les marchés sont en Ontario, au Québec et en Alberta. Le produit est le plus souvent expédié dans des wagons-citernes.

3.5 Volume de production (Corpus, 1983)

Capacité nominale comparée au total des approvisionnements

Société	Emplacement de l'usine	Capacité nominale (kilotonnes/an) (1982)
Dow Chemical Canada	Sarnia, Ont.	100
Dow Chemical Canada	Fort Saskatchewan, Alb.	320
Total		420
Production nationale (1982)		231
Importations (1982)		
Total des approvisionnements		231

3.6 Fabrication industrielle (Kirk-Othmer, 1983; FKC, 1975; EPA, 1978)

3.6.1 Information générale. - Le plus souvent, le chlorure de vinyle est fabriqué par le procédé dit *balanced* par lequel on fait réagir l'éthylène pour obtenir du dichloro-1,2 éthane qui à son tour, par déshydrochloration, donne du chlorure de vinyle.

3.6.2 Matières premières. - Ce sont l'éthylène et le chlorure d'hydrogène.

3.6.3 Procédé de fabrication. - On fait réagir l'éthylène avec le chlorure d'hydrogène et l'oxygène (parfois de l'air; cependant l'oxygène pur est préféré à cause des émissions moindres) pour obtenir du dichloro-1,2 éthane. La réaction se fait habituellement en phase vapeur; elle est catalysée sur le chlorure de cuivre. La réaction globale se décrit comme suit:

$$CH_2 = CH_2 + 2HCl + 1/2O_2 \rightarrow ClCH_2CH_2Cl + H_2O$$

Le dichloréthane est ensuite débarrassé du $FeCl_3$ (qui aurait empoisonné les catalyseurs de l'étape suivante), puis mis à réagir à 2500-3000 kPa et à 425-550 °C pour donner du chlorure de vinyle et du chlorure d'hydrogène. Ce dernier est recirculé vers la première étape (d'où le nom de *balanced* qu'on donne au procédé). La pyrolyse, dont le rendement est de 50 à 60 p. 100 pour une durée de contact de 2 à 30 secondes, se décrit comme suit:

$$ClCH_2CH_2Cl \rightarrow CH_2 = CHCl + HCl$$

Le chlorure de vinyle obtenu, qui contient des produits secondaires (matières premières n'ayant pas réagi, hydrocarbures chlorés, autres hydrocarbures), est purifié par distillation.

3.7 Principales utilisations au Canada (Corpus, 1983)

Le chlorure de vinyle sert à la fabrication du chlorure de polyvinyle et du trichloro-1,1,1 éthane. En 1982, 86 p. 100 de la production nationale servaient dans le premier cas; 4 p. 100, dans le second; et 10 p. 100 étaient exportés.

3.8 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1983)

Esso Chemical Canada, Sarnia
BF Goodrich Canada, Niagara Falls et Shawinigan
Novacor/DSAG, Fort Saskatchewan

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Information générale. - Le chlorure de vinyle liquide se transporte dans des récipients en acier équipés de dispositifs de sécurité et éprouvés périodiquement pour leur résistance aux pressions. Le seul fabricant canadien expédie son produit uniquement par wagons-citernes; cependant, les distributeurs peuvent parfois utiliser des bouteilles ou des véhicules-citernes (CCPA, 1983).

4.1.2 Bouteilles. - Les bouteilles utilisées pour le transport du chlorure de vinyle sont fabriquées en acier. Leur poids brut varie de 0,45 à 68,2 kg (de 1 à 150 lb). Dans le dernier cas, le poids à vide est de 63,6 kg (140 lb); le diamètre, de 260 mm (10 po); et la longueur, de 1400 mm (55 po). Ces bouteilles doivent se conformer aux spécifications données dans le tableau 2 (RTDCR, 1974; HMR, 1978). On peut aussi utiliser les bouteilles de catégories 3A et 3AA, dont la pression de service est supérieure. Les bouteilles de laboratoire sont munies d'un raccord fileté CGA nº 290 d'un diamètre extérieur de 1,9 cm (0,745 po), pas à gauche, adaptable à un manchon en forme de projectile. Les petites bouteilles de démonstration sont pourvues d'un filet spécial de 0,8 cm (5/16 po), femelle, à 32 filets au pouce (Matheson, 1980).

Tableau 2
Spécifications CCT/DOT s'appliquant aux bouteilles utilisées pour le chlorure de vinyle

Numéro	Description
3A150	Bouteille en acier sans soudure; pression maximale de service: 1035 kPa (150 lb/po^2).
3AA150	Bouteille en acier sans soudure; pression maximale de service: 1035 kPa (150 lb/po^2). Acier obligatoire; teneur maximale en carbone: 0,28 p. 100.
3E1800	Bouteille en acier sans soudure; pression maximale de service: 12 400 kPa (1800 lb/po^2). Diamètre maximal: 50 mm (2 po); longueur maximale: 610 mm (24 po).
4B150	Bouteille en acier soudé; pression maximale de service: 1035 kPa (150 lb/po^2).
4BA225	Bouteille en acier soudé. Acier obligatoire. Pression maximale de service: 1550 kPa (225 lb/po^2).
4BW225	Bouteille en acier soudé. Acier obligatoire. Joint longitudinal soudé à l'arc. Pression maximale de service: 1550 kPa (225 lb/po^2).

4.1.3 Cylindres d'une tonne. - Les cylindres d'une tonne sont des récipients dont le réservoir est en acier soudé et dont le poids utile est de 909 kg (2000 lb). Ils doivent se conformer à la spécification 106A500X qui exige un joint longitudinal soudé par fusion et un joint circulaire soudé à la forge, pouvant résister à une pression de 3450 kPa (500 lb/po^2) (TCM, 1979). Leurs dimensions sont de 207 cm (81,5 po) de longueur sur 74,3 cm (29,25 po) de diamètre. Les extrémités sont concaves. Vers chaque extrémité, les côtés sont pincés vers l'intérieur, pour donner prise aux fourches de levage. À l'une des extrémités, près du centre, le récipient est pourvu de deux robinets identiques, qui ne diffèrent des robinets des bouteilles métalliques que par l'absence de bouchon de métal fusible et leur passage interne plus large. Chacun est raccordé à un conduit interne de vidange. Ils sont protégés par un capot d'acier amovible. Tous les récipients sont pourvus de dispositifs de sûreté en métal fusible. La plupart possèdent six bouchons de métal fusible, trois à chaque bout, dont l'écartement forme un angle de 120°. Le métal est conçu pour fondre entre 70 et 73,9 °C.

4.1.4 Wagons-citernes. - Ils doivent se conformer aux spécifications données dans le tableau 3 (RTDCR, 1974). Un wagon type (105A300W) est montré à la figure 6; le tableau 4 donne les détails correspondant à cette figure.

Tableau 3
Spécifications CCT/DOT s'appliquant aux wagons-citernes utilisés pour le chlorure de vinyle

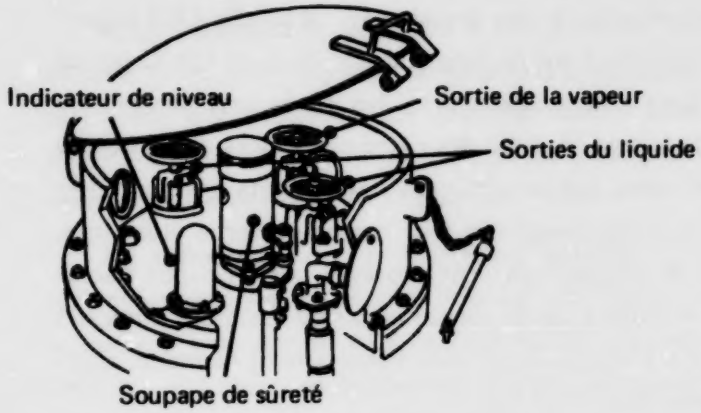
Numéro	Description
105A200W	Citerne en acier soudé par fusion, avec trou d'homme, isolée. Organes de déchargement par le haut exigés. Pression d'épreuve: 1380 kPa (200 lb/po^2). Orifices de purge ou de lavage de fond interdits.
105A300W	Comme ci-dessus, sauf que la pression d'épreuve est de 2070 kPa (300 lb/po^2).
112A340W*	Citerne en acier soudé par fusion, avec trou d'homme, isolée. Les deux tiers supérieurs doivent être peints. Organes de déchargement par le haut exigés. Pression d'épreuve: 2340 kPa (340 lb/po^2). Orifices de purge ou de lavage de fond interdits. Au maximum une ouverture pour la purge.
114A340W*	Identique au 112A340W, mais le trou d'homme peut être situé ailleurs qu'au sommet. Les robinets et les raccords n'ont pas besoin d'être montés sur le couvercle du trou d'homme.

*Les wagons 112A340W et 114A340W ont été isolés et blindés aux extrémités et sont maintenant désignés sous les n^{os} 112J340W, 112T340W ou 112S340W (CCPA, 1983).

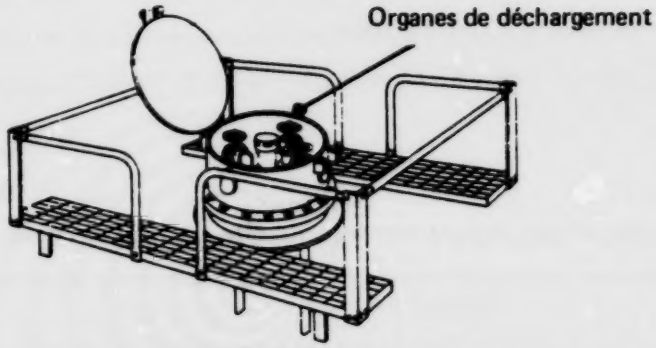
Figure 6

CHLORURE DE VINYLE — **WAGON-CITERNE DE SPÉCIFICATION 105A300W**

Sources: TCM, 1979; RTDCR, 1974



Détail des organes de déchargement



Détail de la plate-forme supérieure

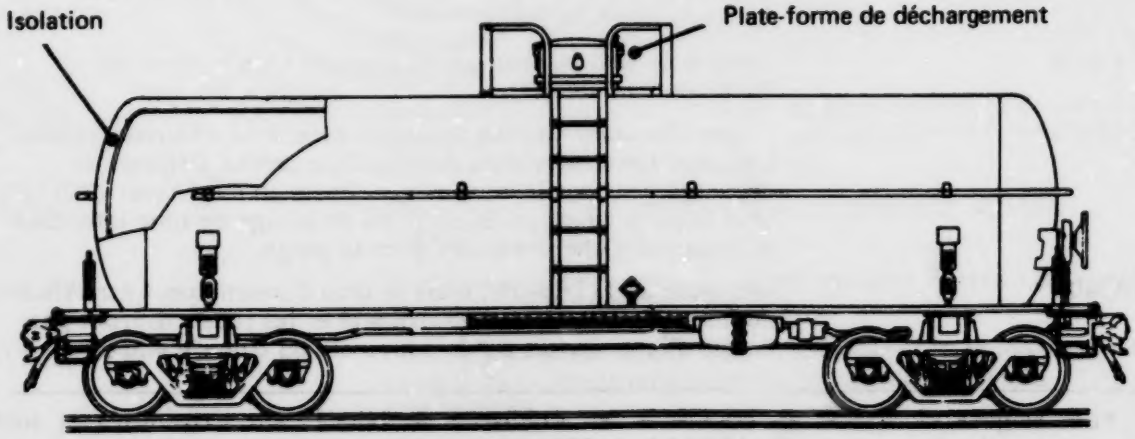


Tableau 4
Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 105A300W (TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale de la citerne (gal imp.)		
	9000	21 000	28 000
Structure			
Capacité nominale	41 000 l (9000 gal)	95 000 l (21 000 gal)	127 000 l (28 000 gal)
Tare	30 300 kg (66 800 lb)	40 800 kg (90 000 lb)	50 800 kg (112 000 lb)
Masse brute	80 300 kg (177 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 000 kg (263 000 lb)
Citerne			
Matériau	Acier	Acier	Acier
Épaisseur	17,5 mm (11/16 po)	17,5 mm (11/16 po)	17,5 mm (11/16 po)
Diamètre intérieur	2,2 m (88 po)	2,4 m (95 po)	3,0 m (120 po)
Pression d'essai	2070 kPa (300 psi)	2070 kPa (300 psi)	2070 kPa (300 psi)
Pression d'éclatement	51 700 kPa (750 psi)	51 700 kPa (750 psi)	51 700 kPa (750 psi)
Pression de détente du clapet	1550 kPa (225 psi)	1550 kPa (225 psi)	1550 kPa (225 psi)
Dimensions approximatives			
Longueur avec organes d'attelage	13 m (42 pi)	20 m (65 pi)	20 m (67 pi)
Longueur avec pylônes de choc	12 m (40 pi)	19 m (63 pi)	20 m (64 pi)
Longueur entre pivots de bogie	9 m (29 pi)	16 m (52 pi)	16 m (53 pi)
Hauteur au sommet du caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2 - 3 m (7 - 10 pi)	2 - 3 m (7 - 10 pi)	2 - 3 m (7 - 10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)
Chargement/déchargement			
Raccords, robinets et soupapes	2 robinets de phase liquide (76 mm) et un clapet de retenue; 1 robinet de phase gazeuse (51 mm) et un clapet de retenue		
Dispositif de sûreté	Soupape de sûreté réglée à 1550 kPa (225 psi)		
Isolation	102 mm de mousse ou de liège		

La seule ouverture permise dans la citerne est un trou d'homme, situé au centre, au sommet. Dans le dôme on trouve, selon une disposition semblable à celle des organes de déchargement du wagon-citerne d'ammoniac, trois robinets d'équerre et, en position centrale, une soupape de sûreté. Les deux robinets pour liquide sont montés dans l'axe longitudinal de la citerne tandis que le robinet à gaz et l'indicateur de niveau sont montés dans l'axe transversal (TCM, 1979; PPH, 1974). Parfois, les positions de la soupape de sûreté et des indicateurs sont permutées.

Sous chaque robinet pour liquide, on trouve une tubulure de déchargement fixée au couvercle du trou d'homme et descendant jusqu'au fond de la citerne. À l'extrémité supérieure de chacune de ces tubulures, immédiatement au-dessous du couvercle du trou d'homme, on trouve un clapet sphérique qui se ferme lorsque le débit du liquide dépasse environ 3180 kg/h (7000 lb/h). Ce dispositif protecteur se ferme automatiquement pour couper le débit du liquide si le robinet correspondant se brise ou si, dans certaines conditions, la conduite de transvasement se brise. La soupape de sûreté est du type à ressort. Une gaine thermométrique de 19 mm (3/4 po) et un indicateur de niveau (magnétique, manuel ou électronique) sont aussi exigés (TCM, 1979; RTDCR, 1974).

4.1.5 Véhicules-citernes. - Le modèle utilisé pour le chlorure de vinyle est la semi-remorque-citerne rattachée à un tracteur. La capacité maximale de la citerne est limitée par la tolérance de charge des routes. Les citernes doivent se conformer à la spécification TC331 de Transports Canada (DOT, MC331), présentée au tableau 5 (MCA, 1972). La plupart des citernes peuvent contenir de 13,6 à 18,1 tonnes (de 15 à 20 tonnes impériales). La pression nominale minimale de ces citernes est de 1030 kPa (150 lb/po^2) (HCG, 1981).

Tableau 5
Caractéristiques des véhicules-citernes de spécification TC331

Numéro	Description
TC331 (ou MC331)	Citerne d'acier soudée ou sans soudure. Conception et construction conformes au code ASME. Une ouverture avec capot protecteur et couvercle de trou d'homme. Pression nominale maximale: 3450 kPa (500 lb/po^2). Isolation. Traitement thermique après soudure, conformément au code ASME. Indicateur de niveau interdit. Pression nominale minimale: 1030 kPa (150 lb/po^2).

Toutes les citernes possèdent au moins 13 mm (1/2 po) d'isolation protégée par une jaquette en acier. La seule ouverture permise est le trou d'homme, au sommet. La disposition des robinets et des soupapes est la même que pour les wagons-citernes, sauf que des soupapes de limitation de débit sont aussi exigées pour les robinets à gaz. Les robinets d'équerre sont les mêmes que ceux qu'on trouve sur les wagons-citernes. Immédiatement en avant des robinets pour liquide, on trouve un clapet pour limiter le débit excédentaire et une tubulure de déchargement identique à ceux des wagons-citernes. De plus, chaque robinet à gaz est doté d'un clapet contre le débit excédentaire, d'un modèle différent, pour empêcher l'échappement du gaz si le robinet d'équerre se brise. Le clapet de sûreté est du type à ressort.

4.2 Déchargement

4.2.1 Équipement et opérations de déchargement des bouteilles et des cylindres d'une tonne. - Dans les deux cas, la manutention et le stockage sont identiques. Les précautions suivantes sont alors exigées (MCA, 1972):

- Les capots protecteurs des robinets doivent être en place;
- Les récipients ne doivent pas être entreposés à proximité des systèmes de ventilation;
- On doit veiller à réduire au minimum la corrosion externe;
- Les bouteilles doivent être gardée debout; les cylindres d'une tonne, sur le côté;
- Séparer les récipients vides des pleins.

Si elles sont debout, les bouteilles débitent du chlorure de vinyle gazeux; si elles sont renversées, du liquide. Quant aux cylindres d'une tonne, ils débitent du gaz par le robinet supérieur et du liquide par le robinet inférieur lorsqu'ils sont en position horizontale, et que les robinets sont alignés verticalement.

Un clapet de retenue devrait être monté sur les conduites d'alimentation, lorsqu'on se sert de bouteilles ou de cylindres d'une tonne, pour empêcher les réactifs d'y entrer (MCA, 1972).

4.2.2 Équipement et opérations de déchargement des wagons-citernes et des véhicules-citernes. - Dans les deux cas, le déchargement se fait de la même manière, mais seulement après qu'on a pris les précautions suivantes (MCA, 1972; VCM, 1982):

- L'équipe de travail chargée du transvasement doit être formée en conséquence;
- Les wagons, les voies, les plates-formes de déchargement, etc., sont mis à la terre et les conduites sont raccordées et mises à la terre;
- Emprunter un embranchement en impasse réservé aux wagons-citernes de chlorure de vinyle;
- Les freins doivent être serrés; les roues, calées; les dérailleurs, installés; les écriteaux d'avertissement, mis en place;
- Le poste de déchargement doit être pourvu d'un quai de service convenable.

Dans les deux cas, les citernes peuvent être déchargées par pompage ou par refoulement au moyen d'un gaz inerte (MCA, 1972). Avec la première méthode, le liquide est déchargé par l'un des robinets d'équerre pour liquide. Avec la seconde, le déchargement se fait par le robinet d'équerre à gaz.

Dans ce dernier cas, on se sert d'un gaz inerte (azote habituellement) pour augmenter la pression dans la citerne. Les grosses installations de déchargement peuvent être dotées d'une conduite d'aspiration reliant le réservoir d'entreposage à un compresseur qui refoule du chlorure de vinyle gazeux comprimé vers la citerne (MCA, 1972; VCM, 1982). La pression exercée sur la citerne ne devrait jamais dépasser la pression de service à laquelle la soupape de sûreté doit se déclencher.

Après le désaccouplement des conduites de transvasement on devrait immédiatement remettre en place les obturateurs des robinets pour empêcher la corrosion du filetage. Après le transvasement, laisser au moins 70 kPa (17 lb/po^2) de chlorure de vinyle pour empêcher l'entrée d'air, puis afficher sur la citerne "Vide; gaz inflammable" (VCM, 1982).

4.2.3 Spécifications et matériaux de fabrication des organes de déchargement. - Il est ici question des éléments de l'équipement type de déchargement du chlorure de vinyle sec, aux températures et aux pressions habituelles: conduites, raccords, robinetterie, joints, pompes et réservoirs de stockage.

Les conduites et les raccords devraient être en acier au carbone sans soudure, de nomenclature 80, conçus pour une pression de service d'au moins 690 à 1035 kPa (100 à 150 lb/po^2), avec un facteur de sécurité conforme à ce que prescrit l'ASME (MCA, 1972). De préférence, les joints des conduites devraient être à bride ou soudés. S'il faut utiliser des joints filetés, on veillera particulièrement à ce que les filets soient propres et nets, pour que les joints soient étanches. Ceux-ci devraient être pourvus d'une soudure sur l'envers, pour faire en sorte qu'il n'y ait pas de fuite et que la mise à terre soit bonne (CCPA, 1983).

Les soupapes à boisseau en acier sont d'un usage répandu (CCPA, 1983). Les soupapes à membrane en fonte d'acier revêtue d'une résine de polyéther chloré seront adéquates (DPLV, 1972). Les soupapes et les raccords ne devraient pas être en fonte, ceux-ci se fissurant facilement (VCM, 1982). Aux températures normales, le Viton peut servir de joint d'étanchéité.

Une pompe centrifuge, à commande magnétique, sans joint, chemisée, à extrémité d'admission en acier au carbone, donne de bons résultats. Le chemisage devrait être refroidi au moyen d'un réfrigérant, pour que le pompage se fasse sous le point d'ébullition et pour empêcher ainsi la vaporisation. Avec ce type de pompe, les fuites devraient être presque inexistantes. La pompe doit être pourvue d'une purge, ce qui permet les réparations en toute sécurité.

Les réservoirs de stockage devraient être en acier soudé, et mis à la terre (MCA, 1972).

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

La compatibilité du chlorure de vinyle et de certains matériaux de fabrication est indiquée au tableau 6; le système d'évaluation est présenté ci-dessous.

Recommandé: Le matériau donnera un rendement satisfaisant pour l'utilisation indiquée.

Avec réserves: Le matériau montrera des signes de détérioration pour l'utilisation indiquée; peut convenir pour utilisation intermittente ou de courte durée.

Déconseillé: L'utilisation indiquée causera une grave détérioration du matériau; l'emploi du matériau est donc déconseillé.

Tableau 6
Compatibilité du chlorure de vinyle et de certains matériaux de fabrication

Utilisation	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	24	PVDF Polyéther chloré (DCRG, 1978)		PVDC (DCRG, 1978)
	La plupart	Acier au carbone Fonte austénitique (MCA, 1972)	Fonte austénitique (VCM, 1982)	
		Acier inox (VCM, 1982)		
2. Robinetterie	Normale	Acier au carbone Fonte austénitique (MCA, 1972)	Fonte austénitique (VCM, 1982)	Cuivre (MCA, 1972)
		Acier inox (VCM, 1982)		
3. Réservoirs	Normale	Acier au carbone Fonte austénitique (MCA, 1972)	Fonte austénitique (VCM, 1982)	Aluminium (VCM, 1982)
4. Autres	De 24 à 100	Verre (CDS, 1967)		Cuivre Laiton (VCM, 1982)

PVDC: chlorure de polyvinylidène; PVDF: fluorure de polyvinylidène.

5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

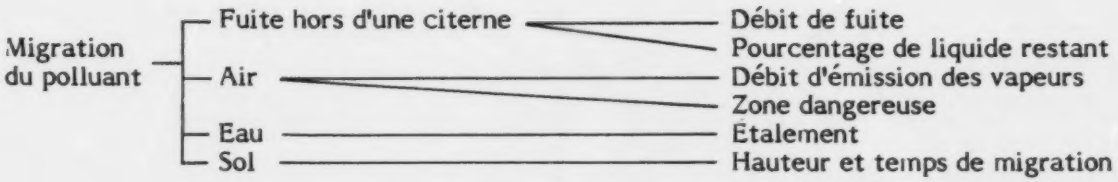
5.1 Aperçu général

Le chlorure de vinyle est transporté habituellement dans des citernes, sous forme de gaz comprimé liquéfié. S'il est déversé dans l'eau, il forme à la surface une nappe qui s'étale; sur le sol, une mare; d'où s'échappe aussitôt un nuage de vapeurs visibles. Aux premiers instants, l'évaporation se traduit par une grosse bouffée. Ensuite, comme le chlorure de vinyle résiduel se refroidit à cause de l'évaporation, le débit d'émission de vapeurs diminue. Si la température ambiante est basse, par exemple sous le point d'ébullition qui est de -13,4 °C, l'évaporation peut être faible.

Étalé sur l'eau, le chlorure de vinyle se dissout en partie; le reste s'évapore dans l'atmosphère. Le nuage de vapeurs tend à rester au ras de la surface de l'eau et à s'étaler plutôt qu'à s'élever et à se disperser.

Sur le sol, les mares s'évaporent en partie, tandis que le reste pénètre dans le sol à une vitesse qui varie selon le type de sol et son degré de saturation en eau. La descente du liquide vers la nappe phréatique peut provoquer une pollution.

Voici les facteurs à prendre en considération lorsqu'il y a migration du chlorure de vinyle dans l'air, l'eau ou le sol.



À cause du caractère approximatif des calculs dans le domaine de la migration des polluants, la méthode adoptée consiste à utiliser des estimations prudentes des paramètres critiques, en prévision du pire. Suivant cette méthode, il se peut que l'on doive poser des hypothèses différentes pour chaque milieu. Cette méthode permet donc de comparer le comportement de différents produits dans les pires scénarios à partir d'hypothèses cohérentes.

5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. - Le chlorure de vinyle est transporté habituellement sous forme de gaz comprimé liquéfié, à la température ambiante. La capacité des wagons-citernes peut varier énormément, mais nous n'en avons retenu qu'une, pour établir les nomogrammes des fuites de la présente collection: 80 000 l pour une citerne d'environ 2,75 m de diamètre sur 13,4 m de longueur.

Si le bas d'une citerne remplie de chlorure de vinyle est perforé, tout le contenu s'en échappe. Le débit instantané q est fonction de la hauteur h du liquide au-dessus de l'orifice, de la pression interne de la citerne, de la surface de la section s et de la forme de l'orifice, ainsi que du coefficient de débit Cq. Pour les besoins de l'établissement des nomogrammes, nous avons supposé que le coefficient était de 0,8.

Si la citerne est perforée dans le haut ou en tout point au-dessus du niveau du liquide, il y aura fuite de gaz jusqu'à ce que le liquide soit complètement évaporé et que les pressions interne et externe de la citerne se soient équilibrées. Pour établir les nomogrammes, nous avons supposé que la température du liquide restait constante (isothermie) et qu'elle égalait la température ambiante. Par conséquent, le débit d'évaporation est supposé constant jusqu'à ce que tout le liquide se soit évaporé. Ce débit est fonction de la pression interne, laquelle égale la pression de vapeur saturée du liquide à une température donnée. La température ambiante maximale de la citerne est posée à 40 °C, ce qui donne une pression de vapeur saturée de 600 kPa.

L'hypothèse de l'isothermie maximise l'échappement de gaz et, dans la plupart des cas, aboutit à une estimation prudente du phénomène. En réalité, le point d'ébullition du chlorure de vinyle (-13,4 °C) se situant dans la gamme des températures naturelles observées au Canada, le dégagement de vapeurs par un orifice sera notablement inférieur à ce que nous obtenons ici.

Après la perforation se produit une émission rapide de vapeurs qui formeront probablement une bouffée; le refroidissement qui accompagne l'évaporation peut réduire notablement le débit de fuite. On estime que ce débit pourrait être dix fois moindre que ce que nous

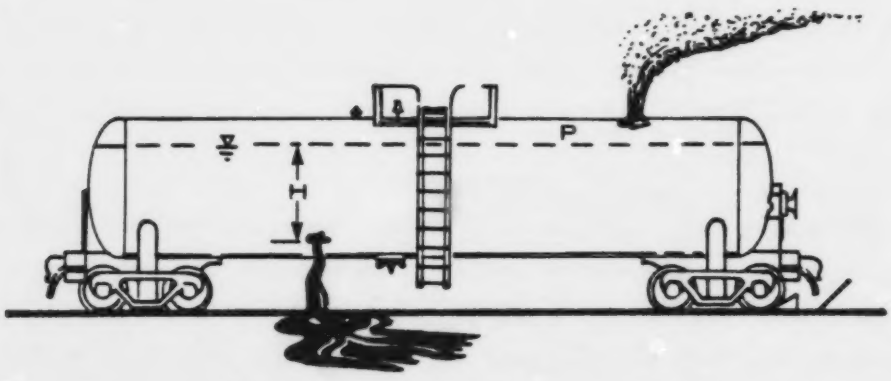


Figure 7 **PERFORATION AU-DESSUS OU AU-DESSOUS DU NIVEAU DU LIQUIDE**

prévoyons, si la citerne perd une partie de son isolation et que la température ambiante se situe entre 10 et 30 °C. Le débit que nous prévoyons s'observera si la citerne perd une partie substantielle de son isolation et que la température est d'au moins 40 °C. Le débit pourrait être de 1000 à 10 000 fois plus faible que ce que nous prévoyons, si la température se situe près du point d'ébullition du liquide.

L'objet des nomogrammes est d'aider à suivre l'évolution des fuites au-dessous du niveau du liquide (déversement liquide) ou au-dessus du niveau du liquide (dégagement gazeux). Les détails des modèles qui ont servi à calculer les débits de fuite sont décrits dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*.

5.2.2 Nomogrammes des fuites

5.2.2.1 Perforation dans le bas: fuite de liquide

Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. - La figure 8 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans le wagon-citerne type après la perforation, selon le diamètre de l'orifice. Ce diamètre est en fait un diamètre équivalent et vaut pour des orifices de toutes formes.

On suppose que la citerne est pleine au moment de la perforation et qu'elle contient environ 80 000 l de chlorure de vinyle à 40 °C. La quantité restant en tout moment n'est pas seulement une fonction du débit selon le temps, mais aussi de la taille et de la forme de la citerne.

Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice. - La figure 9 permet d'évaluer le débit maximal (l/s) selon le diamètre équivalent de l'orifice. Comme la pression prédomine sur la force de pesanteur, le débit reste relativement constant à mesure que la citerne se vide.

5.2.2.2 Perforation dans le haut: fuite de gaz

Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. - La figure 10 permet d'évaluer le pourcentage de chlorure de vinyle restant dans le wagon-citerne type après la perforation, selon le diamètre de l'orifice. Ce diamètre est en fait un diamètre équivalent, qui vaut pour un orifice non circulaire. Comme nous avons supposé que les conditions étaient isothermes, la pression interne et le débit de fuite sont constants.

Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice. - La figure 11 montre la relation entre le débit (massique) de fuite (kg/s) et le diamètre équivalent de l'orifice au-dessus du niveau du liquide. Pour un orifice de diamètre donné, le débit sera constant jusqu'à ce que tout le liquide soit vaporisé, conformément à l'hypothèse de l'isothermie dans la citerne; l'évaluation du débit est donc prudente.

Les valeurs données à la figure 11 sont indépendantes de la taille de la citerne, mais se fondent sur l'hypothèse selon laquelle la température du liquide est de 40 °C, ce qui se traduit par une pression de la vapeur saturée de 600 kPa.

Figure 8

CHLORURE DE VINYLE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

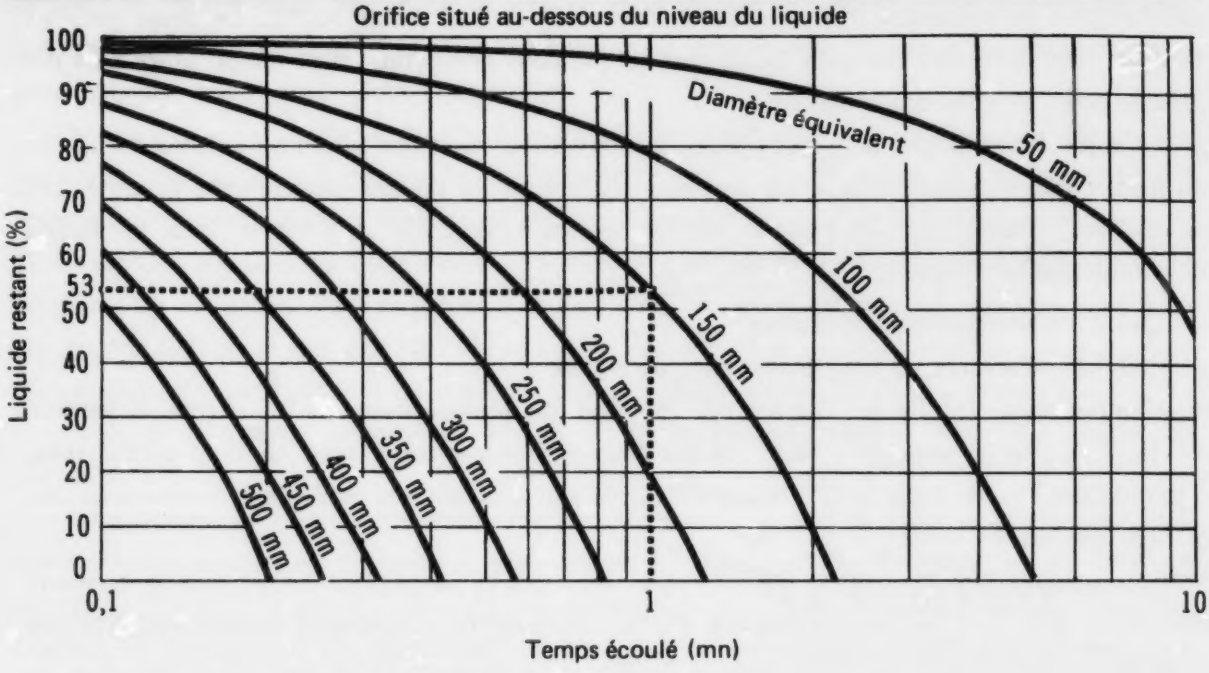


Figure 9

CHLORURE DE VINYLE

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ORIFICE

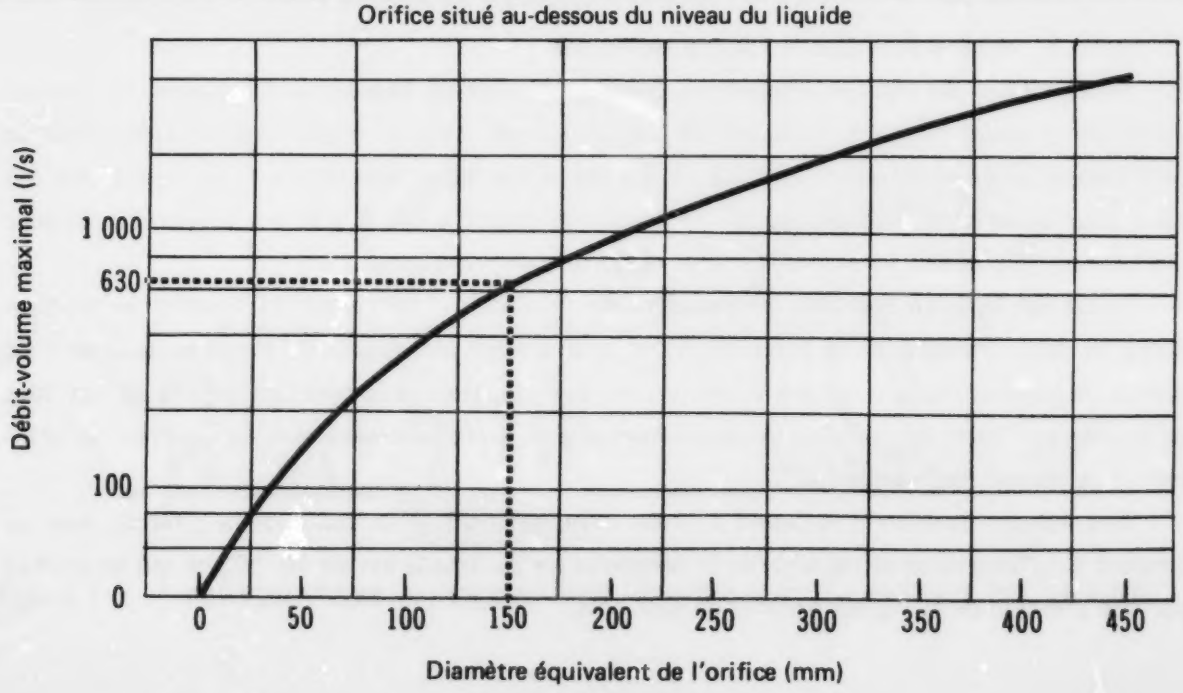


Figure 10

CHLORURE DE VINYLE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

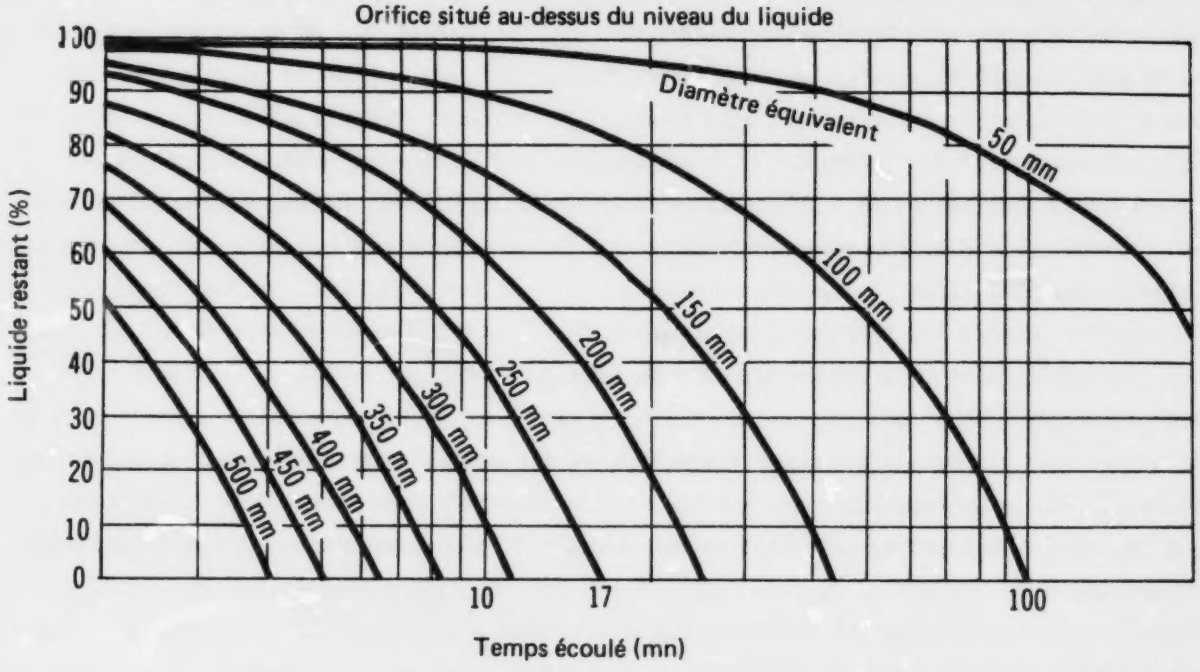
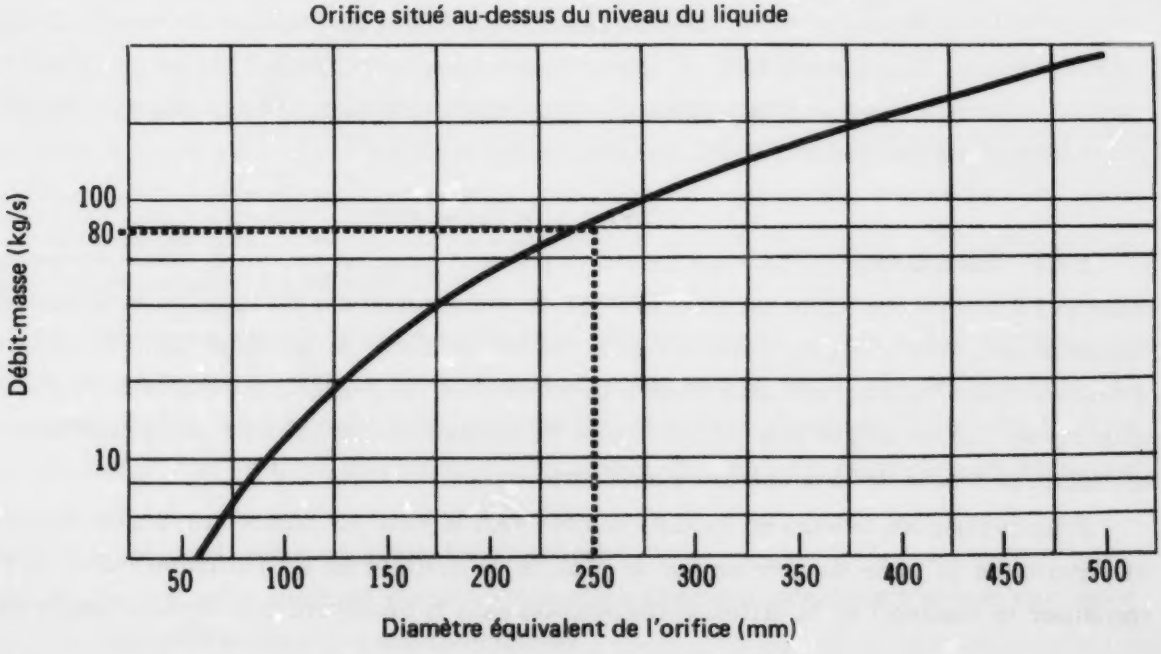


Figure 11

CHLORURE DE VINYLE

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ORIFICE



5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Le bas d'un wagon-citerne type de chlorure de vinyle à 40 °C est perçé d'un trou d'un diamètre équivalent à 150 mm. Quel pourcentage des 80 000 l reste-t-il une minute après la perforation et quel est le débit instantané de fuite?

Étape 1 Calculer le volume restant à t = 1 mn.

Se reporter à la figure 8.

Si t = 1 mn et D = 150 mm, le volume de liquide restant représente 53 p. 100 (soit 42 000 l) du volume initial.

Étape 2 Calculer le débit instantané de fuite.

Se reporter à la figure 9.

Si D = 150 mm, le débit instantané de fuite q = 630 l/s.

PROBLÈME B

Le wagon type (mêmes données que le problème A) est perçé d'un trou au-dessus du niveau du liquide. Le diamètre équivalent de l'orifice est évalué à 250 mm. Combien de temps faudra-t-il pour que la citerne se vide et quel est le débit de fuite, les conditions étant supposées isothermes?

Étape 1 Combien de temps la citerne mettra-t-elle à se vider?

Se reporter à la figure 10.

Si D = 250 mm, la citerne se vide en 17 mn environ.

Étape 2 Calculer le débit de fuite.

Se reporter à la figure 11.

Si D = 250 mm et si les conditions sont isothermes, le débit est constant à 80 kg/s. Comme nous l'avons fait remarquer auparavant, il s'agit du débit maximal dans les circonstances normales. Selon la température ambiante, l'isolation, etc., le débit pourrait être jusqu'à 10 000 fois plus faible.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. - Le chlorure de vinyle sous pression est un liquide extrêmement volatil. S'il se déverse sur le sol ou dans l'eau, la vaporisation est si rapide qu'on la considère "instantanée". Pour désigner cette émission subite, on parle de bouffée. C'est le seul type d'émission dans l'atmosphère dont il sera question dans les paragraphes qui suivent. Comme nous l'avons fait remarquer plus tôt, la vitesse d'évaporation, après la formation de la bouffée, est faible et dépend de la température ambiante.

Pour évaluer les teneurs en vapeurs du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion (turbulente) dans l'atmosphère des vapeurs. Les modèles

utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein de la bouffée; ce sont les plus répandus pour la prévision des teneurs en polluants. (Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*.)

La figure 12 schématise la diffusion d'une bouffée émise par un point source ponctuel. Le modèle de diffusion réduit la nappe de liquide déversé à un point source instantané dont l'émission est égale à la quantité totale de liquide déversé.

On ne possède aucune donnée utile sur le comportement d'un nuage de vapeurs de chlorure de vinyle, mais on prévoit qu'au début, immédiatement après le déversement, le nuage se comportera comme un gaz plus lourd que l'air. La cause principale est la densité du chlorure de vinyle gazeux (2,2 fois celle de l'air à 20 °C); s'y ajoute le fait que le nuage s'échappant de la masse de liquide froid est lui-même froid. Aussi est-il possible que dans les minutes qui suivent le déversement on observe des vapeurs au ras du sol, concentrées en particulier dans les dépressions. La modélisation classique basée sur les formules de Gauss tend à présenter les bouffées de gaz plus lourds que l'air plus étroites qu'elles ne le sont en réalité.

Comme le point d'ébullition du chlorure de vinyle liquide est bas pour un gaz liquéfié (-14 °C à 1 atm), les déversements de liquides sur le sol, à basse température (-15 °C et moins), donnent lieu à une surestimation considérable, vu que la vitesse de vaporisation n'approche pas celle que requiert la formation d'une bouffée; les valeurs obtenues seraient celles du pire cas possible. Selon des renseignements publiés sur des déversements de chlorure de vinyle à des températures ambiantes basses (-19 °C) sur un terrain couvert de neige (Fraser, 1981), on arrive, par la modélisation des bouffées de vapeurs, à une surestimation notable du danger, car seulement 2,5 p. 100 environ du chlorure dégagé instantanément entrent en ébullition rapide. Dans le cas des déversements à températures ambiantes d'environ 20 °C au moins, la modélisation est plus fidèle à la réalité. On supposera donc que seulement 25 p. 100 du chlorure de vinyle qui s'échappe instantanément produiront une bouffée instantanée de vapeurs. On reconnaît que même si 75 p. 100 du chlorure de vinyle subsistent et peuvent constituer une menace, le débit d'émission de vapeurs qui s'ensuivra sera petit comparativement à celui de la bouffée initiale. Quant à la zone dangereuse déterminée pour la bouffée initiale, elle aussi sera surestimée.

5.3.2 Nomogrammes de la diffusion de la bouffée de vapeurs. - Les nomogrammes de la diffusion atmosphérique servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité et de l'inflammabilité. Les figures et tableaux présentés ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés, comme le lecteur pourra s'en rendre compte dans les pages qui suivent.

Tableau 7 Catégories météorologiques (de stabilité)

Figure 14 Teneur uniformisée en vapeurs, en fonction d'une distance donnée sous le vent, pour différentes catégories météorologiques

Figure 12

CHLORURE DE VINYLE — FORMATION D'UNE BOUFFÉE DE VAPEURS

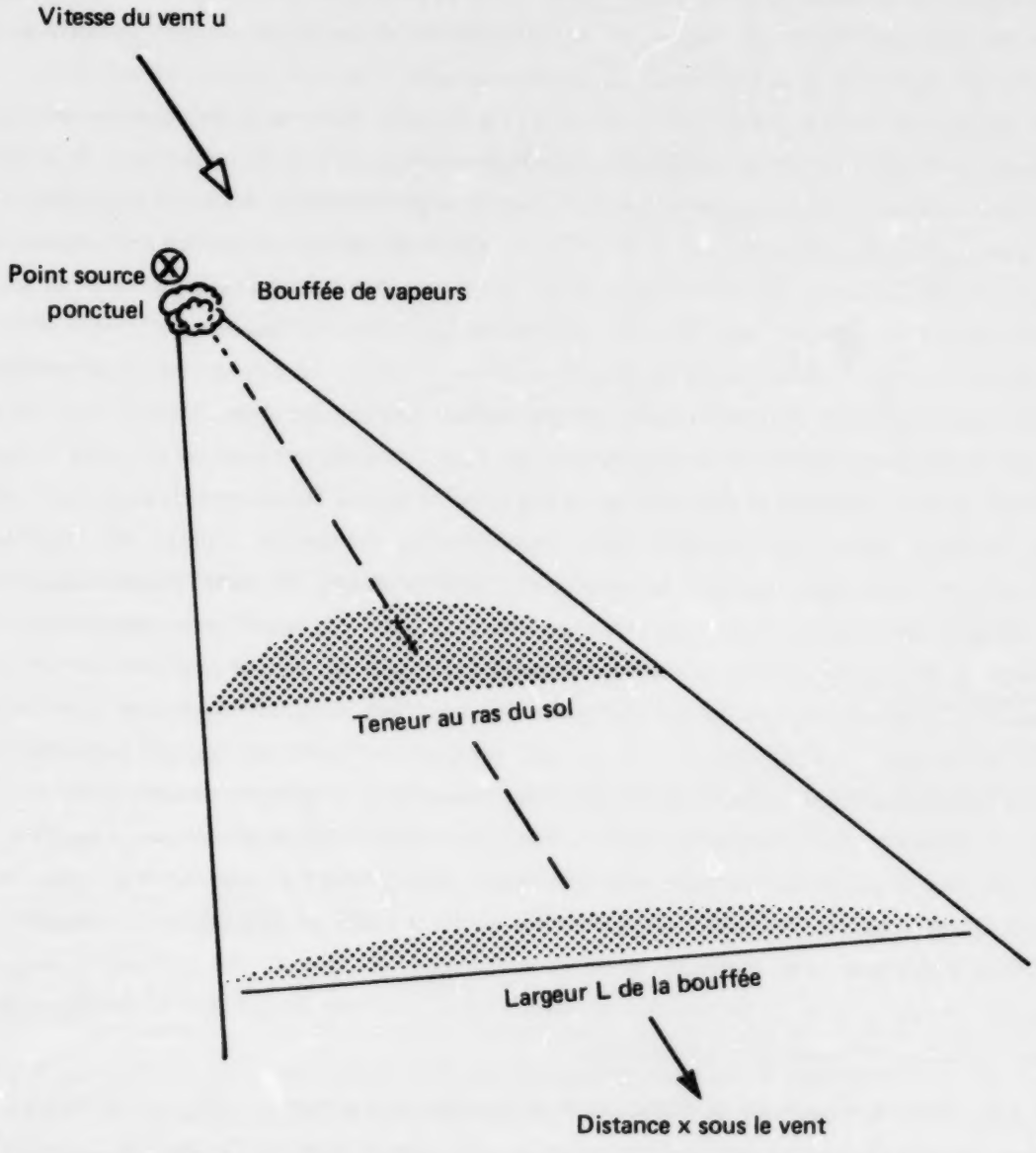


Tableau 8 Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse

Figure 17 Distance parcourue par la bouffée, en fonction du temps écoulé depuis le déversement et pour différentes vitesses de vent

La figure 13 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées par un pointillé qui servent dans la présente section. (Les données relatives au volume total de liquide déversé figurent à la section 5.2.) Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes de la diffusion et à son utilisation.

5.3.2.1 Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent. - La figure 14 illustre la relation qui existe entre la teneur en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories D et F de conditions (météorologiques) de stabilité. Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée au ras du sol le long de la médiane de la bouffée schématisée. La catégorie F est la moins propice à la diffusion de la bouffée; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie appropriée (tableau 7) avant d'utiliser la figure 14.

Tableau 7
Catégories météorologiques (de stabilité)

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent < 11 km/h (~ 3 m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	S'applique à toutes les autres conditions.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La distance maximale dangereuse du côté sous le vent x peut être déterminée à l'aide de la figure 14, si l'on possède les données suivantes:

Masse de vapeurs émises (m_e) (= 25 p. 100 de la masse de liquide déversé)

Vitesse du vent u, en m/s;

Catégorie météorologique (de stabilité);

Teneur T dangereuse limite, soit la valeur la moindre entre 10 fois la *Threshold Limit Value*® (g/m^3) et la limite inférieure d'inflammabilité (g/m^3), sauf s'il s'agit de vapeurs ininflammables, auquel cas il faut opter pour 10 x TLV®. (Pour convertir en g/m^3 la TLV®, utiliser la figure 15.)

Figure 13

CHLORURE DE VINYLE

ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE

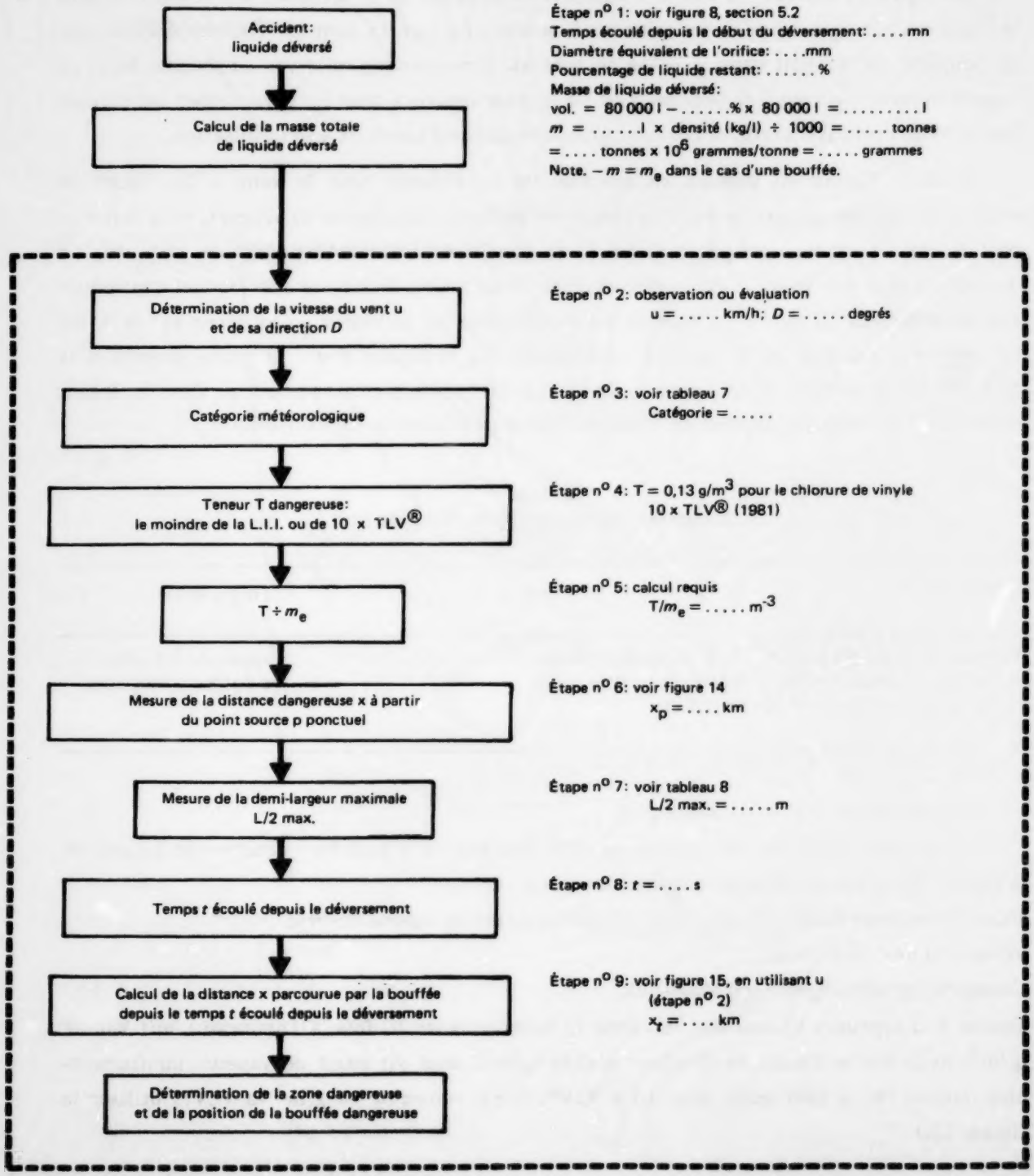


Figure 14

CHLORURE DE VINYLE

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT

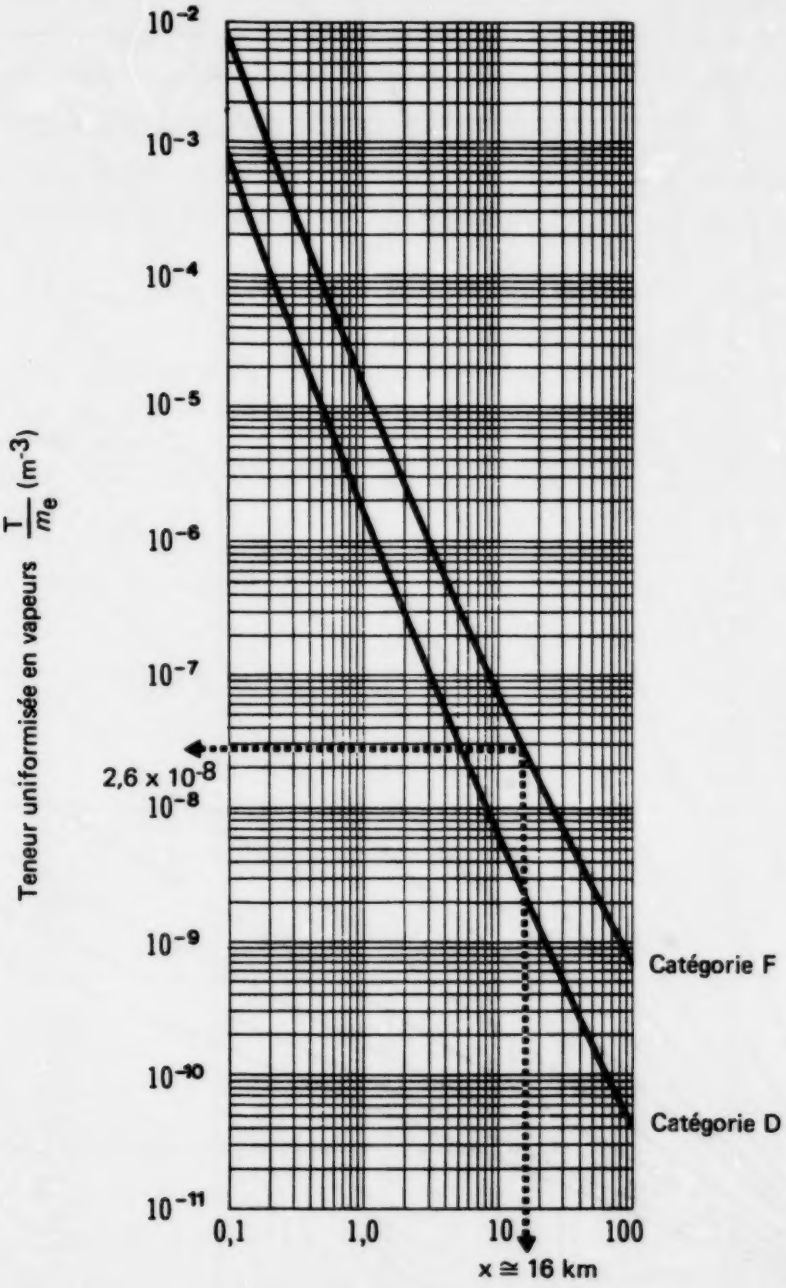
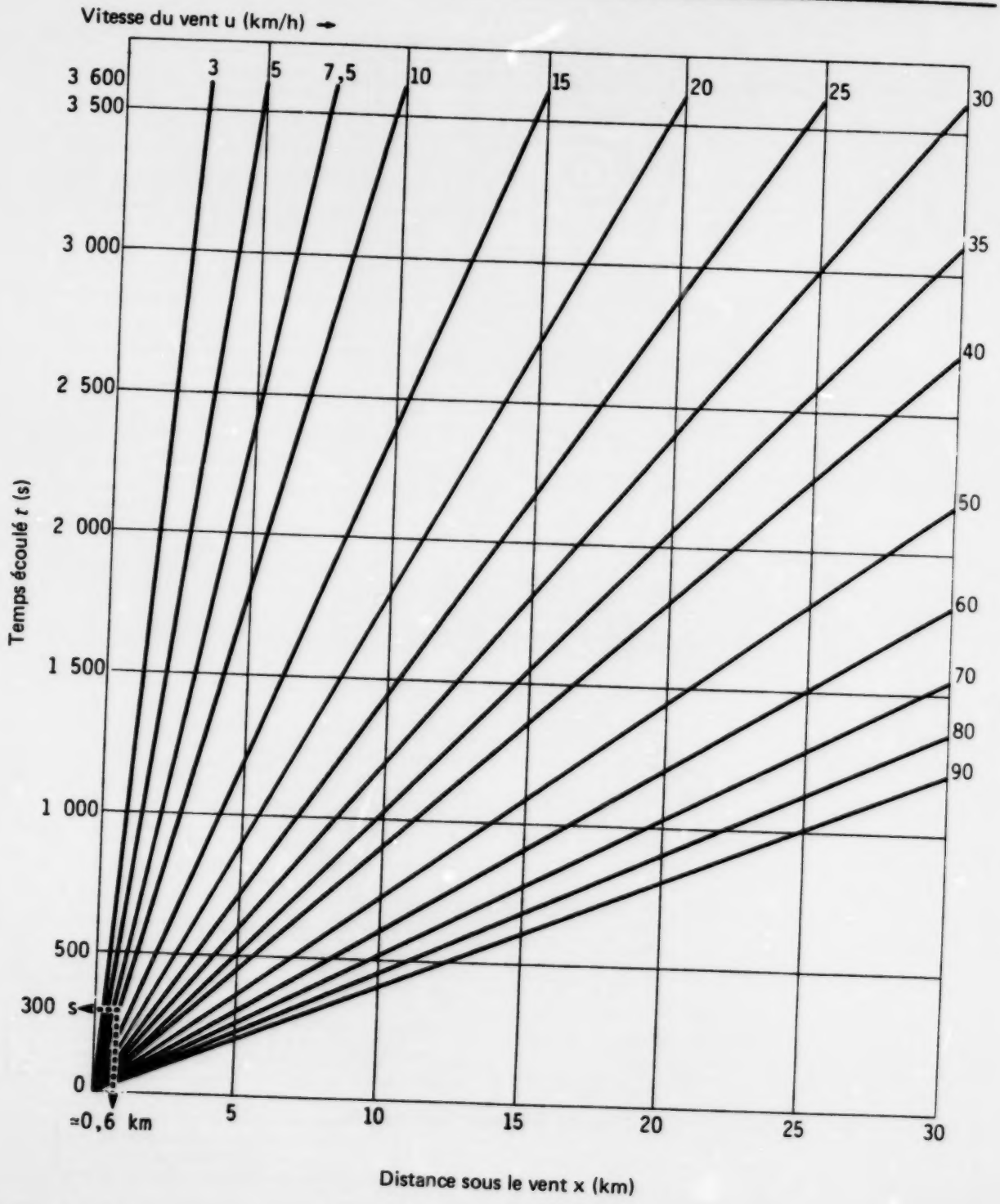


Figure 15

CHLORURE DE VINYLE

DISTANCE PARCOURUE PAR LA BOUFFÉE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ



Une teneur dangereuse limite, égale à 10 x TLV®, a été choisie de façon arbitraire; elle représente une limite "relativement réaliste" au-delà de laquelle une exposition de courte durée (30 minutes) présente un danger pour la santé. La TLV® est une norme d'exposition de longue durée sur les lieux de travail. Si elle était utilisée comme teneur limite dangereuse, la zone dangereuse atteindrait des proportions démesurées.

5.3.2.2 Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse. - Le tableau 8 présente des valeurs de la demi-largeur maximale L/2 max. de la bouffée pour une plage de valeur m_e, en fonction des catégories de stabilité D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles

Tableau 8
Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse de vapeurs de chlorure de vinyle (à 20 °C)

Catégorie météorologique D			Catégorie météorologique F		
m_e (tonnes)	L/2 max. (m)		m_e (tonnes)	L/2 max. (m)	
4100	3995	(98,6 km)*	190	1840	(98,2 km)*
4000	3960		175	1780	
3000	3550		150	1665	
2000	3040		125	1540	
1000	2330		100	1400	
800	2140		75	1240	
600	1920		50	1040	
400	1640		40	945	
300	1470		30	835	
200	1260		25	775	
100	970		20	705	
75	865		10	525	
50	740	m_e = 5 tonnes →	7,5	460	
25	580		5	395	→ L/2 max. = 395 m
20	535		2,5	300	
10	415		1	210	
7,5	370		0,5	160	
5	320		0,05	65	
2,5	250		0,01	40	
1	175				
0,5	135				
0,1	75				
0,05	60				
0,01	35				

* Les valeurs de demi-largeur valent jusqu'à une distance de 100 km.

Note. - Les données ci-dessus valent pour une teneur de 0,13 g/m.
Exemple. - Pour une masse de 5 tonnes de vapeurs émises, la demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse est de 395 mètres.

de diffusion expliqués dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*, en supposant une teneur dangereuse limite (ce qu'on appelle communément une teneur maximale admissible) égale à 10 fois la TLV® attribuée au chlore (soit 10 x 0,013 g/m^3). La demi-largeur de la bouffée dangereuse représente la demi-largeur du nuage de vapeurs de chlorure de vinyle, situé du côté sous le vent et atteignant une teneur égale à 10 x TLV®. Le tableau 8 ne s'applique donc que dans le cas de cette teneur limite de 0,13 g/m^3. À noter que la distance maximale considérée est de 100 kilomètres.

Dans les conditions (météorologiques) de stabilité D, la plage de vitesses du vent s'étend de 1 à 30 m/s. Par ailleurs, l'éventail de masses de vapeurs émises, dans le tableau 8, va de 0,01 à 4100 tonnes. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) d'un wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 77 500 kg (78 tonnes). Le tableau 8, pour la catégorie D, fournit des chiffres calculés en fonction de masses 52 fois plus considérables.

Dans les conditions (météorologiques) de stabilité F, la plage de vitesses du vent s'étend de 1 à 3 m/s. Le tableau 8 comporte un éventail de masses de vapeurs émises qui va de 0,01 à 190 tonnes pour des conditions de catégorie F. Ainsi, pour la catégorie F, le tableau 8 fournit des chiffres calculés en fonction de masses représentant environ 2,4 fois le poids utile d'un wagon-citerne type.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La masse de vapeurs émises étant connue, de même que la catégorie de stabilité, choisir la valeur la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante. Si aucune valeur n'est suffisamment proche, déterminer par interpolation m_e et L/2 max. (Voir aussi l'exemple qui accompagne le tableau 8.)

5.3.2.3 Distance parcourue par la bouffée, en fonction du temps écoulé. - La figure 17 indique la distance x parcourue par la bouffée après un temps t de déplacement pour une vitesse de vent u donnée. Il s'agit de la représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à un éventail de vitesses de vent courantes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

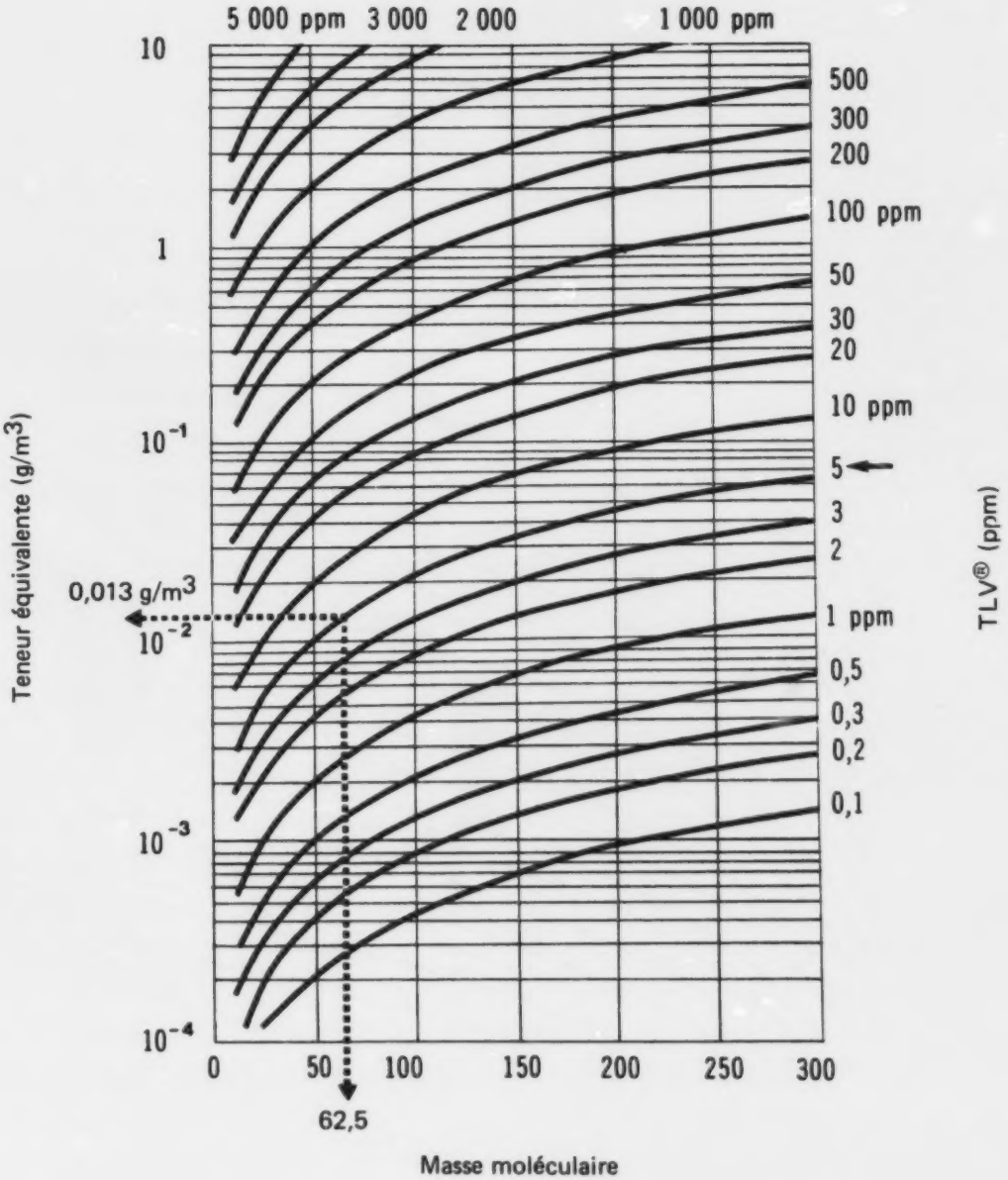
La vitesse du vent u et le temps t de déplacement de la bouffée étant connus, la distance x_t parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

5.3.3 Exemple de calcul. - L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse du côté sous le vent du lieu où se produit un déversement. L'utilisateur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent guide ou dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les estimations ne valent que pour les conditions précisées. Il est souhaitable que l'utilisateur se serve de données connues ou observables.

Figure 16

CHLORURE DE VINYLE

CONVERSION DES UNITÉS DE LA TLV® (ppm en g/m³)

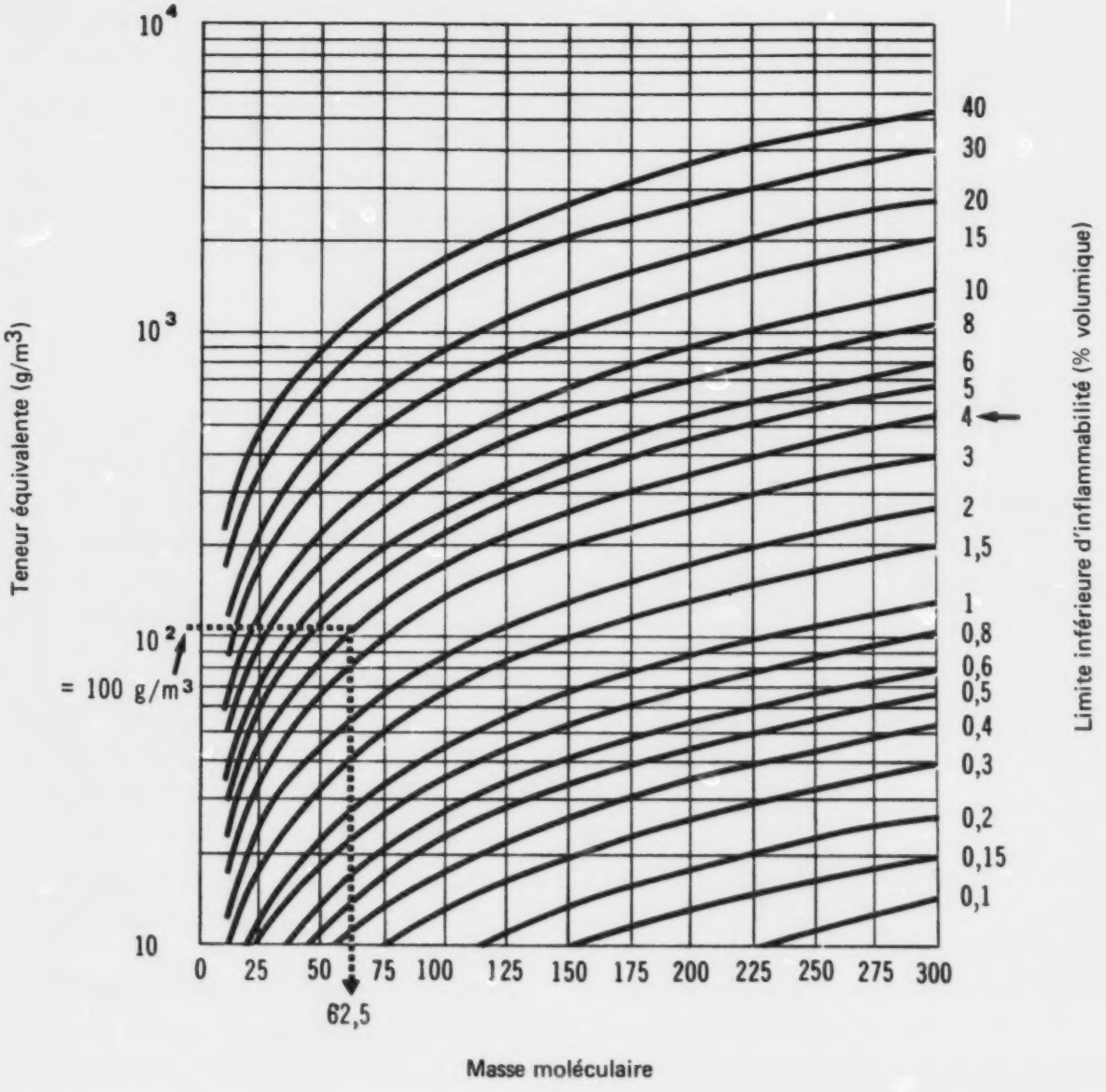


Exemple. – Masse moléculaire du chlorure de vinyle = 62,5; TLV® = 5 ppm; alors TLV® en g/m³ = 0,013.
Note. – Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm.

Figure 17

CHLORURE DE VINYLE

CONVERSION EN GRAMMES PAR MÈTRE CUBE DU POURCENTAGE VOLUMIQUE DE LA LIMITE INFÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ



Exemple – Masse moléculaire du chlorure de vinyle = 62,5; L.I.I. = 4 % ; alors L.I.I. en g/m^3 = 100.

Note. – Ces données valent pour une temp. de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm.

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h, 20 tonnes de chlorure de vinyle liquide ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminer la zone de vapeurs dangereuses.

Étape 1 La masse m de liquide déversé est de 20 tonnes.

m_e = 20 tonnes x 0,25 (en supposant que la bouffée équivaut à 25 p. 100 de la masse déversée d'un coup) = 5 tonnes

$m_e = 5 \times 10^6$ g

Étape 2 Déterminer la vitesse u du vent et sa direction.

Utiliser l'information météorologique accessible (de préférence les observations faites sur place).

Si u = 7,5 km/h, u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s.

Direction = 315° ou N.-O. (d'où souffle le vent).

Étape 3 Déterminer la catégorie de stabilité (tableau 7).

Si u < 11 km/h et s'il fait nuit, catégorie = F.

Étape 4 Déterminer la teneur T dangereuse limite.

Opter pour la valeur la moindre entre 10 x TLV® et la limite inférieure d'inflammabilité; dans le cas présent les vapeurs ne sont pas inflammables, donc:

T = 10 x TLV® = 0,013 g/m^3; L.I.I. = 100 g/m^3.

Étape 5 Calculer T/m_e

$$T/m_e = \frac{0,13}{5 \times 10^6} = 2,6 \times 10^{-8}\ m^{-3}$$

Étape 6 Calculer la distance maximale dangereuse du côté sous le vent x à partir du point source p de la bouffée.

Voir figure 14. Pour une catégorie F de conditions météorologiques,

Si $T/m_e = 2,6 \times 10^{-8}\ m^{-3}$, x ≃ 16 km.

Étape 7 Calculer la demi-largeur maximale L/2 max. de la bouffée dangereuse.

Se servir du tableau 8. La masse de vapeurs émises étant de 5 tonnes, pour la catégorie de stabilité F, L/2 max. = 395 m.

Étape 8 Déterminer le temps écoulé depuis le début du déversement.

t = 5 mn x 60 = 300 s.

Étape 9 Calculer la distance sous le vent x parcourue par la bouffée depuis le début du déversement.

Se servir de la figure 17. Si t = 300 s et u = 7,5 km/h, x_t = 0,6 km (plus précisément: $x_t = ut$ = 2,1 m/s x 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 10 Schématiser la zone dangereuse.

Cela se fait en formant un rectangle dont deux des côtés opposés mesurent (chacun) deux fois la demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse (395 m), alors que les deux autres côtés mesurent (chacun) l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir du point source (16 km) et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 18).

Si le vent ne fluctue que de 20° (315° ± 10°), le schéma de la zone dangereuse correspond à celui de la figure 19.

Note. - Au cours des 5 minutes qui se sont écoulées depuis le début du déversement, la bouffée a franchi seulement 0,63 km. Sous un vent de 7,5 km/h, il s'écoulerait encore 123 minutes avant que la bouffée franchisse la distance maximale dangereuse sous le vent, soit 16 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. - Déversé dans l'eau, le chlorure de vinyle s'évapore tout en s'étalant à la surface. Comme il n'est que peu soluble, seule une petite fraction se dissout dans l'eau, le reste s'évaporant jusqu'à disparition.

Pour établir les nomogrammes, le degré d'étalement sur l'eau a été estimé en supposant une dissolution nulle du chlorure de vinyle dans l'eau. Toutefois, on a tenu compte de l'évaporation.

La vitesse d'étalement se détermine d'après l'équilibre des forces favorisant l'étalement (pesanteur et tension superficielle) et celles qui s'y opposent (inertie et viscosité). Les gaz liquéfiés tels que le chlorure de vinyle s'évaporant rapidement, seules la force de la pesanteur et la force d'inertie ont été retenues (Raj, 1974). L'étendue maximale de la nappe dépend, dans une grande mesure, de la vitesse d'évaporation.

Les équations décrivant l'étalement sur l'eau sont présentées dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Pour les besoins de l'établissement des nomogrammes présentés, nous avons supposé que la température de l'eau était de 20 °C, ce qui est un maximum pour les eaux de surface. À cette température, l'étendue de la nappe est maximisée.

5.4.2 Nomogramme pour déterminer l'étalement sur un plan d'eau. - La figure 20 permet de simplifier le calcul de l'étalement (sans dissolution) sur une eau calme et d'évaluer le temps nécessaire à l'évaporation complète de nappes de diverses dimensions. La dissolution dans l'eau étant supposée nulle, la figure 20 permet d'évaluer facilement le rayon maximal de la nappe de chlorure de vinyle, si on connaît le tonnage déversé. Le nomogramme se fonde sur des données présentées dans le *Hazard Assessment Handbook* (CHRIS, 1974) et sur un modèle informatisé de l'étalement et de l'évaporation simultanés d'un gaz liquéfié répandu sur l'eau (Raj, 1974). Les chiffres affectés d'une pointe de flèche permettent d'évaluer la durée de

Figure 18

CHLORURE DE VINYLE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

Direction et vitesse du vent = 315° (N.-O.) à 7,5 km/h

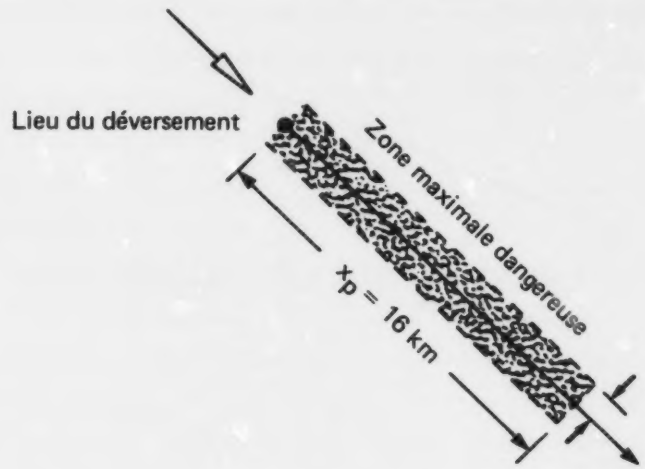
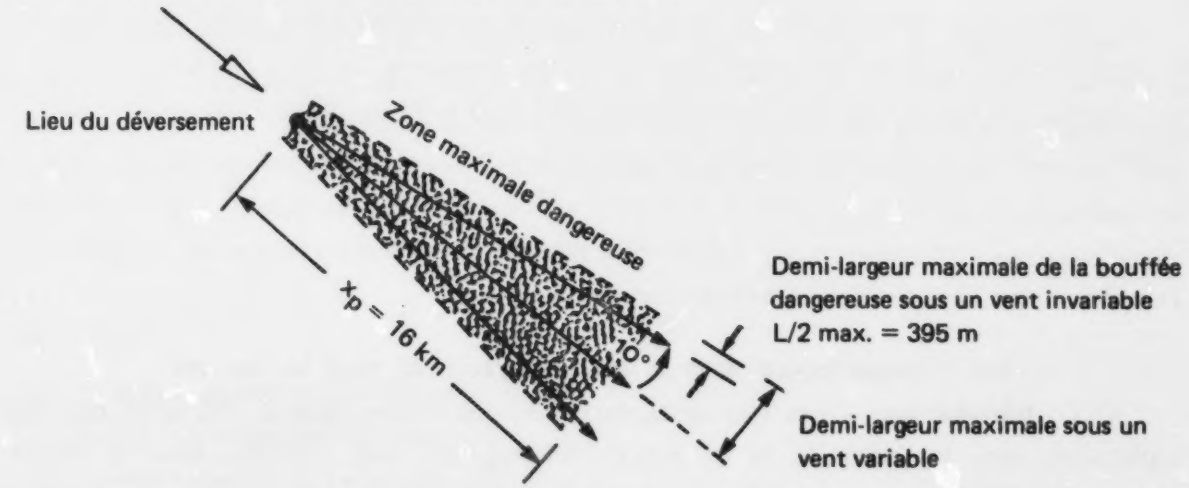


Figure 19

CHLORURE DE VINYLE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

Direction et vitesse du vent = 315° (N.-O.) ± 10° à 7,5 km/h

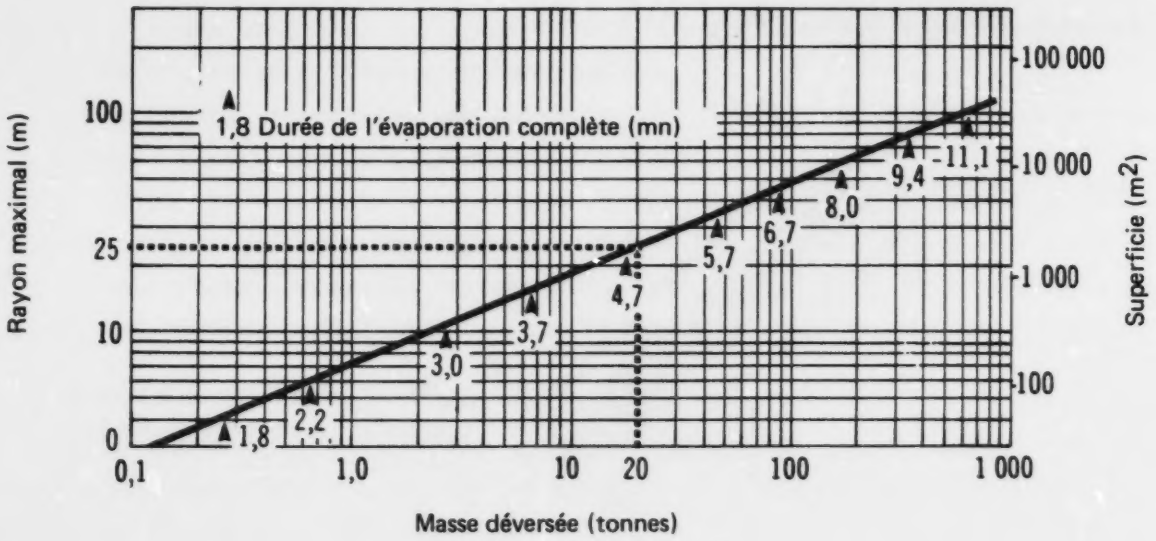


= x_p x 1000 x tangente 10° + L/2 max.
= 16 x 1000 x tangente 10° + 395 m
= 3220 m = 3,2 km

Figure 20

CHLORURE DE VINYLE

RAYON MAXIMAL DE LA NAPPE EN FONCTION DE LA MASSE DÉVERSÉE



l'évaporation complète de la nappe. Comme il s'agit de délais courts, l'évolution complète de l'étalement n'a pas été envisagée. De même, la distance sur laquelle dérive la nappe sous l'effet du vent ou des courants de surface n'a pas été prise en considération.

5.4.3 Exemple de calcul. - Vingt tonnes de chlorure de vinyle sont déversées dans un grand lac. Quels sont le rayon maximal de la nappe (supposition faite qu'il n'y a pas de dissolution) et le temps approximatif requis pour l'évaporation complète?

Solution

Se reporter à la figure 20.

Masse déversée = 20 tonnes; $r_{max.}$ = 25 m

Temps mis pour l'évaporation complète: environ 5 mn.

5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol

5.5.1 Introduction. - Les lois de la migration des fluides dans le sol, ainsi que leur application dans le cadre de la collection "Enviroguide" sont exposées dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les éléments dont il faut tenir compte dans le cas du déversement et de la migration du chlorure de vinyle sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Le chlorure de vinyle est transporté sous forme de gaz comprimé liquéfié. À la pression de 1 atm, son point d'ébullition est de -13,4 °C. Quand il est répandu sur le sol, il s'évapore donc en très grande partie. Le reste migre dans le sol où l'évaporation se poursuit, mais à une vitesse moindre.

Le chlorure de vinyle n'est que peu soluble dans l'eau; ainsi, s'il pleut au moment du déversement ou si l'endroit est nettoyé à grande eau, le produit ne sera pas dilué. Des traces peuvent être transportées dans la phase aqueuse à l'intérieur du sol, mais on suppose que le phénomène est négligeable.

Si au moment du déversement le sol de surface est saturé en eau, comme ce pourrait être le cas après une pluie, le produit ruissellera ou s'accumulera dans les dépressions pour enfin s'évaporer.

Dans la présente section, les auteurs ont attribué au sol une capacité normale d'humidité, dite capacité au champ. Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible d'empêcher le passage du polluant; il s'agit du pire cas possible.

Au cours de sa migration, le chlorure de vinyle peut interagir avec le sol ou s'évaporer. Toutefois, on suppose qu'il en restera suffisamment pour subsister et atteindre la nappe phréatique.

Lorsqu'il atteint la nappe phréatique, le chlorure de vinyle poursuit sa migration, cette fois dans la direction de l'écoulement de l'eau dans la frange capillaire. Il peut y former une "crêpe" qui finira par disparaître par évaporation. C'est ce que montre schématiquement la figure 21.

5.5.2 Migration du polluant dans le sol. - Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration d'un fluide dans un sol non saturé (à capacité au champ), jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les vitesses de migration font intervenir la loi de Darcy, en posant comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc (ou écoulement piston).

5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant. - Le coefficient de perméabilité K_0 mesure la perméabilité d'un sol saturé donné vis-à-vis d'un fluide donné. K_0, qui s'exprime en m/s, est donné par la formule suivante:

$$K_0 = \frac{(\rho g)k}{\mu}$$

où: k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)

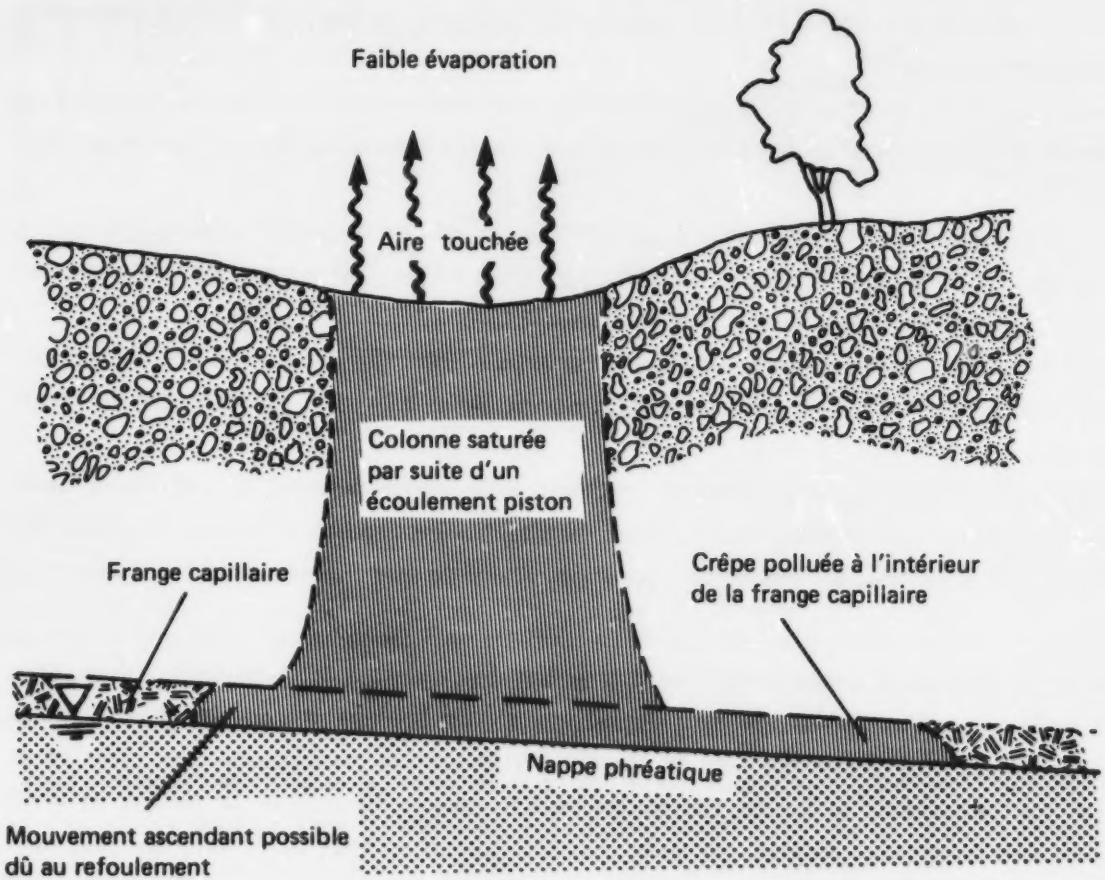
ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)

μ = viscosité absolue du fluide (Pa . s)

g = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s^2

Figure 21

CHLORURE DE VINYLE — MIGRATION DANS LE SOUS-SOL



Sol: sable grossier
- porosité (n) = 0,35
- perméabilité intrinsèque $k = 10^{-9}$ m^2
- capacité au champ = 0,075

Les valeurs établies pour le chlorure de vinyle, en fonction d'une température de 4 °C, figurent dans le tableau ci-dessous.

Valeurs établies pour le chlorure de vinyle

Paramètre	4 °C
Masse volumique (kg/m^3)	939
Viscosité absolue (Pa . s)	$0,24 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité du sol saturé (mg/s)	$(1,53 \times 10^{7})k$

5.5.4 Types de sol. - Le *Manuel d'introduction Enviroguide* décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous indique les propriétés qui nous intéressent.

Valeurs établies pour les sols

Paramètre	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (m^3/m^3)	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ (m^3/m^3)	0,075	0,3	0,45

5.5.5 Nomogramme de la migration. - Un nomogramme de la migration du fluide dans la couche de sol non saturée (à capacité au champ) située au-dessus de la nappe phréatique a été préparé pour le sable grossier. Dans les sols plus denses, sable limoneux et till argileux, le temps de migration serait de plusieurs ordres de grandeur plus grand. L'évaporation concomitante ferait qu'il ne subsisterait que peu ou point de polluant susceptible de continuer à migrer en profondeur. Les déversements sur ces sols denses ne devraient donc pas entraîner de pollution des eaux souterraines.

Le nomogramme montre la hauteur totale de migration h_m en fonction du temps de migration pour un volume donné de fluide déversé au sein d'une colonne de sol d'une superficie donnée. Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le fluide après un temps donné doit être considérée comme maximale. Le lecteur trouvera à la figure 22 le plan d'utilisation du nomogramme présenté à la figure 23.

Figure 22

CHLORURE DE VINYLE — PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES

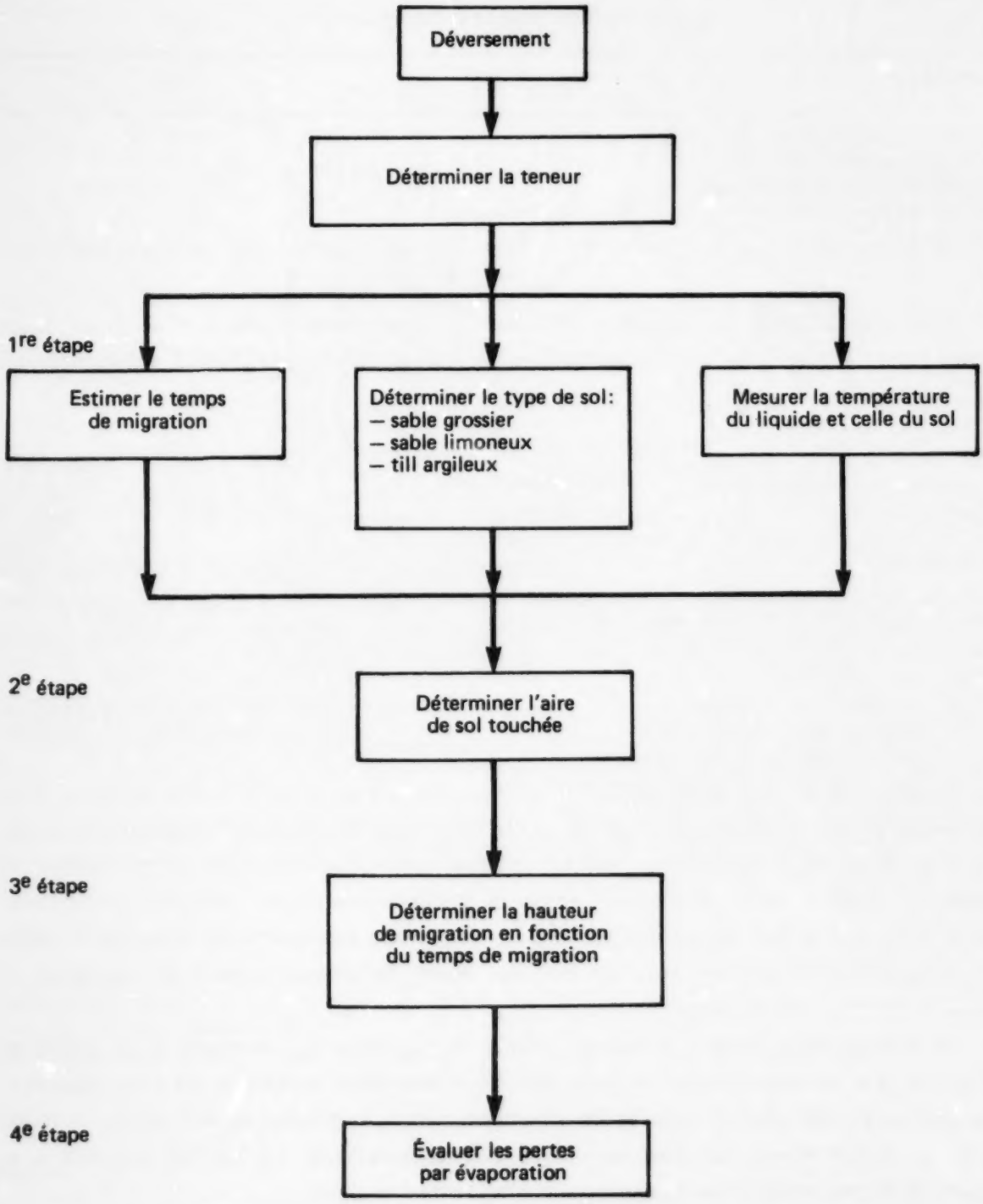
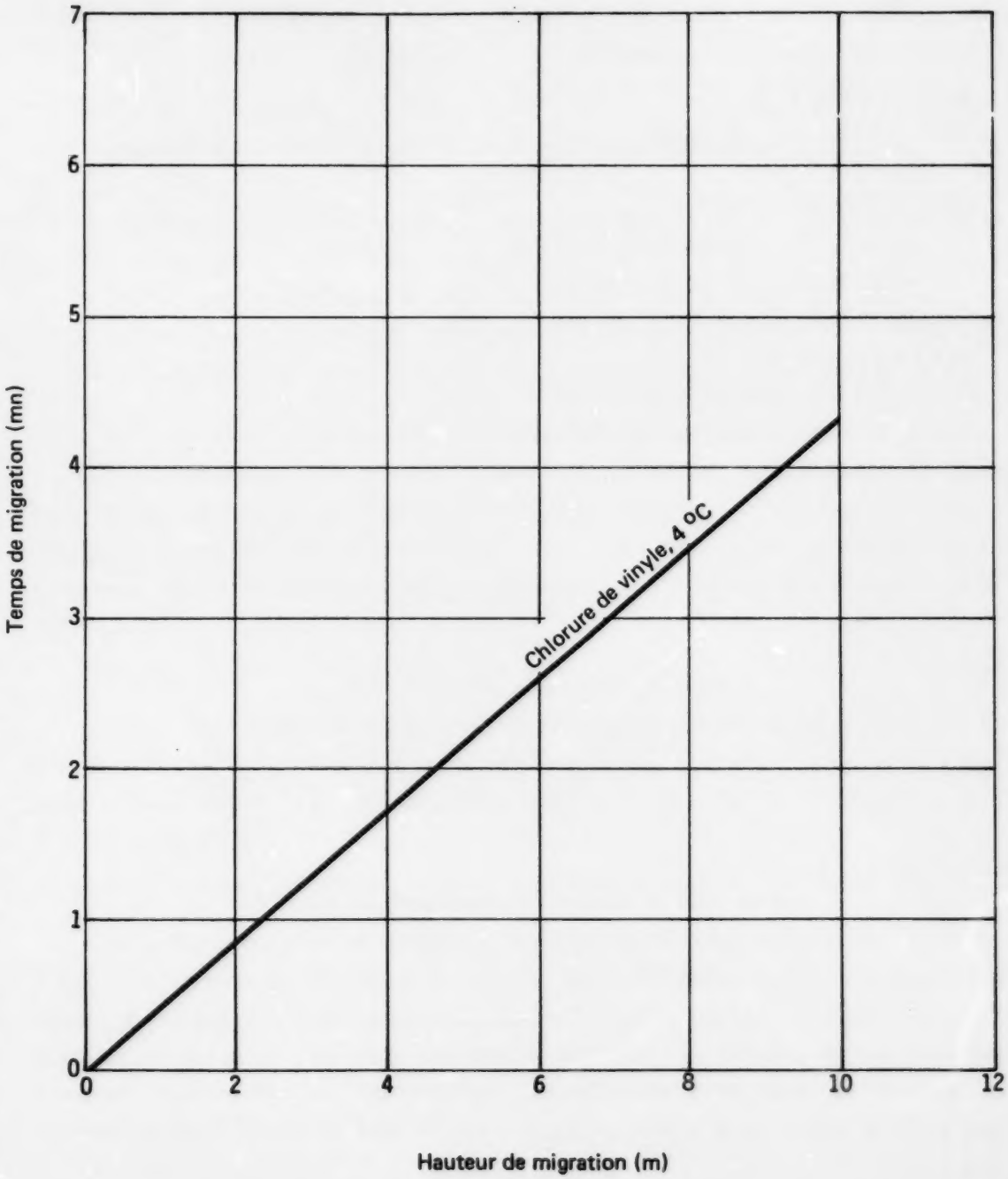


Figure 23

CHLORURE DE VINYLE

MIGRATION DANS UN SABLE GROSSIER



Comme le chlorure de vinyle n'est pas miscible à l'eau, il en subsistera dans les pores du sol après la descente. Cependant, ce phénomène a été négligé, la substance finissant par s'évaporer.

5.5.6 Exemple de calcul. - Vingt tonnes de chlorure de vinyle ont été répandues sur un sol de sable grossier. Il fait 4 °C; le rayon de l'aire touchée est d'environ 8,6 m. Calculer la hauteur de migration, 10 mn après le déversement et vérifier les pertes dues à l'évaporation.

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.

Masse de liquide déversé = 20 000 kg (20 t)

Temp. = 4 °C

Rayon r = 8,6 m

Type de sol: sable grossier

Profondeur de la surface de saturation = 13 m

Temps écoulé depuis le déversement = 10 mn.

Étape 2 Calculer la superficie de l'aire touchée.

Aire $= \pi r^2 = 232\ m^2$.

Étape 3 Déterminer la hauteur de migration après 10 mn.

Dans le sable grossier, la hauteur de migration = 22,5 m après 10 mn.

La nappe phréatique a été atteinte.

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. - Pour une protection maximale de la santé, l'EPA a recommandé que la teneur en chlorure de vinyle de l'eau potable soit nulle (PTP, 1980). Pour divers niveaux de risque, on a envisagé des critères de 0,517, de 0,0517 ou de 0,00517 mg/l (AWQC, 1978).

6.1.2 Qualité de l'air. - L'EPA a proposé une limite d'émission de 10 ppm, en 1975, ce qui correspond à des émissions d'environ 10 kg/h par usine de taille moyenne (PTP, 1980; EPA Std., 1975).

Au Canada, la teneur limite des gaz d'échappement en chlorure de vinyle est de 10 ppm, la limite d'émission étant de 2 kg/j (*Loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique*, 1978). En Ontario, la limite d'émission au point de retombée est de 560 g/m^3, l'objectif étant de 280 g/m^3 pour l'air ambiant (*Ontario Tentative Standards*, 1982). Pour l'air ambiant, la limite établie par une ligne directrice est de 0,2 ppm (moyenne pour une demi-heure) (APCD, 1978).

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité et des effets en milieu aquatique. - La TLm 96 au chlorure de vinyle est supérieure à 1000 ppm (RTECS, 1979). Des bactéries et des champignons ont été exposés à 900 mg/l, sans effet toxique observable (EPA, 1976). Le facteur de bioconcentration du chlorure de vinyle chez le poisson est évalué à 1,9 (AWQC, 1980).

6.3 Toxicité pour d'autres espèces

Chez les mammifères, le chlorure de vinyle a des propriétés anesthésiantes, au-dessus de 500 ppm (OHM-TADS, 1981). À forte teneur, il peut être asphyxiant. La toxicité vis-à-vis des plantes varie de 10 à 10 000 ppm (dans l'air) pour une période d'exposition de 7 jours (EPA Assess., 1975).

6.4 Dégradation et devenir à long terme

Dans l'eau, le chlorure de vinyle ne semble pas sorbé, dégradé ou modifié par les micro-organismes, comme ont permis de le vérifier des expériences avec 5 cultures bactériennes mixtes, 3 populations mixtes de champignons et 2 cultures bactériennes (EPA Aqua, 1976). La dégradation chimique dans l'eau ne semble pas non plus notable. Le chlorure de vinyle s'évapore rapidement dans l'atmosphère. Les effluents d'une usine de chlorure de vinyle peuvent contenir jusqu'à 20 ppm de cette matière; ordinairement, cela se situe entre 2 et

3 ppm (EPA, 1974). L'échange de chlorure de vinyle gazeux entre l'eau et l'air est environ deux fois celui de l'oxygène (EPA Aqua, 1976). Il s'ensuit donc que la demi-vie de 1 ppm de chlorure de vinyle dans l'eau, à la profondeur de 1 m, est évaluée à 26 mn (Verschueren, 1984).

Dans l'air, le chlorure de vinyle est photodissocié en chlorure d'hydrogène ou en chlorure de formyle, lequel, à son tour, se transforme rapidement en monoxyde de carbone et en chlorure d'hydrogène. Dans l'air, sa demi-vie est évaluée à 2 jours (CIC, 1977).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

À la température et à la pression de la pièce, le chlorure de vinyle est un gaz inflammable, incolore; à des teneurs élevées, son odeur est agréable et douceâtre. L'homme est généralement exposé à ce composé de synthèse par voie d'inhalation, moins souvent par absorption par la peau. Jusqu'à récemment, les études traitant des effets sur la santé se limitaient aux symptômes qui s'apparentaient à celui de Raynaud (syndrome caractérisé par une sensation de doigts morts, le blanchiment des doigts, des douleurs aux mains), à des modifications cutanées, à des lésions osseuses, à l'acro-ostéolyse (décalcification des extrémités), à la dépression du système nerveux central et à des troubles du système circulatoire (SOEHS, 1975; EPA, 1975; ICF, 1974).

En 1971, on a établi une relation entre l'inhalation de chlorure de vinyle et l'apparition de tumeurs malignes chez le rat, ce qui par la suite a été confirmé. Ultérieurement, on a signalé des cas d'angiosarcome du foie (forme rare du cancer du foie) chez des travailleurs exposés (SCC, 1981; NTIS, 1981).

En 1976, sur les 48 cas connus (dans le monde) d'angiosarcomes hépatiques imputés au chlorure de vinyle, 47 étaient consécutifs à la manutention de grandes quantités de chlorure de vinyle liquéfié sous pression (SCC, 1981). Après des recherches et des études détaillées, le chlorure de vinyle est maintenant considéré comme cancérogène pour l'homme (Doc. TLV, 1981; USDHEW, 1981; Doniger, 1978; Senate, 1974). Il s'ensuit que son utilisation a été limitée par des lois adoptées dans les domaines de l'environnement, des médicaments, de l'hygiène publique et par des lois générales.

À cause de l'usage répandu de cette substance, ses effets ont été fort étudiés. Un certain nombre d'organismes ont examiné les propriétés toxiques du chlorure de vinyle (VTC, 1980; SCC, 1976, 1981). Plusieurs études ont traité de ses propriétés cancérogènes, mutagènes et tératogènes. L'EPA a fait inscrire le composé dans l'inventaire de la TSCA. À cause du grand nombre de tests et de leurs conclusions répétitives, seuls les plus récents ou les plus instructifs ont été signalés.

Les données toxicologiques résumées ci-dessous sont tirées de sources de référence reconnues et fiables. On remarquera que certaines s'appliquent à l'exposition chronique (à long terme), à faible teneur, et qu'elles peuvent ne pas être directement applicables à des situations de déversement.

7.1 Normes d'exposition

Les normes concernant l'exposition au chlorure de vinyle se fondent sur ses propriétés cancérogènes. Les lignes directrices des provinces canadiennes sont semblables à celles de l'ACGIH, sauf indication du contraire.

Limites maximales admissibles

Norme	Origine	Teneur admissible	Source
	Moyenne pondérée en fonction du temps		
TLV® (8 h)	ACGIH	5 ppm (10 mg/m^3)	TLV, 1983
PEL (8 h)	OSHA	1 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
Seuil d'intervention	OSHA	0,5 ppm	GE, 1978
Limite d'exposition recommandée	NIOSH	1 ppm	NIOSH Standard, 1974
TWA	Ontario	2 ppm (5,2 mg/m^3)	Ont. Reg., 1982
Teneur permise (8 h)	C.-B.	1 ppm, cancérogène	B.C., 1980
Concentration moyenne (8 h)	Québec	1 ppm, cancérigène	Québec, 1979
Substance cancérogène (durée d'exposition non précisée)	Saskatchewan	Non indiquée, substance cancérogène	Saskatchewan, 1981
	Exposition de courte durée		
Plafond (échantillon de 15 mn)	OSHA	5 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
Plafond (échantillon de 15 mn)	NIOSH	Minimum décelable: 1 ppm	NIOSH/OSHA, 1981
Concentration maximale (15 mn)	Québec	1 ppm, cancérigène	Québec, 1979
Maximum	Ontario	10 ppm (26 mg/m^3)	Ont. Reg., 1982

Autres aspects de la toxicité pour l'homme

Notion	Origine	Teneur dangereuse	Source
IDLH	U.S.A.	Aucune donnée	
Teneur toxique minimale (intermittent)	U.S.A.	500 ppm	RTECS, 1979

Indice de toxicité par inhalation. - L'indice de toxicité par inhalation (I.T.I.) représente une mesure de la capacité d'une substance à produire un effet nocif à la suite d'une inhalation.

On le calcule de la façon suivante:

I.T.I. = 1315,12 (pression de vapeur en mm de Hg/TLV®)

à 20 °C, I.T.I. = 1315,12 (2524 mm de Hg/5 ppm)

à 20 °C, I.T.I. = $6,6 \times 10^5$

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Non précisée	Modifications sclérotiques de la peau et lésions diverses	TDB (on-line), 1981
Non précisée	Dermatite allergique	TDB (on-line), 1981
Non précisée	Dégénérescence de la peau qui, histologiquement, indique une destruction du réseau élastique du tissu conjonctif (mains, avant-bras, visage).	SOEHS, 1975

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Non précisée (liquide)	Conjonctivite et lésions de la cornée dues à l'inflammation	Lefèvre, 1980
Non précisée (liquide)	Engelure possible des yeux au contact d'une fuite de chlorure de vinyle comprimé	Doc. TLV, 1981

7.3 Données sur les propriétés organoleptiques

7.3.1 Odeur. - Le chlorure de vinyle dégage une odeur douceâtre, agréable (Verschueren, 1984). Nombre du seuil de perception de l'odeur: 100 (20 °C) (Verschueren, 1984).

Paramètre	Milieu	Teneur	Source
Seuil de perception de l'odeur	Air	De 4000 à 25 000 ppm	Verschueren, 1984
Seuil de détection	Air	De 1200 à 2000 ppm	AWQC, 1978

7.3.2 Saveur. - Aucune donnée n'a été obtenue.

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation

Exposition	Effets	Source
	A. - Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
25 000 ppm (3 mn)	Étourdissements et perte du sens de l'orientation	TDB (on-line), 1981
8000 à 12 000 ppm (5 mn)	Signes d'intoxication	ICF, 1974
10 000 ppm	Effets anesthésiants observables	Patty, 1981
4000 ppm (au moins 5 mn)	Étourdissements et confusion. Les teneurs supérieures peuvent provoquer la perte de conscience et la mort.	SCC, 1981
1000 ppm	Légère anesthésie, somnolence, légère perturbation de la vision, démarche mal assurée, engourdissement et fourmillement dans les extrémités	TDB (on-line), 1981
500 ppm	Teneur toxique minimale	DPIMR, 1981
Non précisée	Après des expositions à des teneurs "massives" et apparemment répétées: euphorie suivie d'un état d'ivresse semblable à celui de l'intoxication par l'alcool, épigastralgie et anorexie	TDB (on-line), 1981
Non précisée	Deux décès signalés à la suite d'un empoisonnement accidentel aigu au chlorure de vinyle. Cyanose, brûlures locales, congestion des poumons et des reins et absence de coagulation sanguine.	SCC, 1981
• CHEZ LE CHIEN		
170 000 ppm (1 mn)	Narcose	EPA Assess., 1975
100 000 ppm (4 h)	Arythmie cardiaque	EPA Assess., 1975
• CHEZ LA SOURIS		
86 000 à 123 000 ppm (1 mn)	Narcose	EPA Assess., 1975
• CHEZ LE COBAYE		
200 000 ppm (18 mn)	Mort	INRS, 1975

Exposition	Effets	Source
20 000 ppm (30 mn)	Teneur toxique minimale	DPIMR, 1981
5000 ppm (30 à 60 mn)	Oedème pulmonaire, hypérémie des reins et des poumons	INRS, 1975
• CHEZ LE RAT		
6000 ppm (4 h)	Dose toxique minimale	DPIMR, 1981
	B. - Exposition de longue durée	
• CHEZ L'HOMME		
Non précisée	Chez 168 travailleurs, une incidence de 6 p. 100 du syndrome de Raynaud et une incidence de 30 p. 100 du grossissement du foie ont été rapportées.	TDB (on-line), 1981
Non précisée	Plusieurs études portant sur des travailleurs exposés au monomère ont montré des dommages au foie (habituellement un grossissement) de même que le grossissement de la rate, à divers degrés.	EPA Assess., 1975
Non précisée	Examen clinique de travailleurs exposés dans le projet de recherche Dundee: ralentissement de la circulation dans les extrémités (syndrome de Raynaud); ostéolyse des phalanges terminales des doigts et, dans une moindre mesure, des orteils; dégénérescence de la peau avec destruction du réseau élastique du tissu conjonctif; paresthésie des doigts et épaississement des segments terminaux; symptômes généraux de fatigue, d'essouflement après effort, d'étourdissements, de sudation accrue et de douleurs dans la partie supérieure de l'épigastre.	SOEHS, 1975
Non précisée	Trois mille travailleurs de l'industrie du PVC ont été examinés. Chez 31 d'entre eux, une acroostéolyse avec ou sans syndrome de Raynaud a été observée.	SOEHS, 1975

Exposition	Effets	Source
Non précisée (de 2 à 18 ans, moyenne 7 ans)	Treize préposés aux autoclaves (moyenne d'âge de 39 ans) ont éprouvé les premiers symptômes 1,5 à 3,5 an(s) après le début de l'exposition. On a décelé le syndrome de Raynaud, le clubbing et le raccourcissement des doigts, des atteintes cutanées ressemblant à de la sclérodermie, les troubles du système respiratoire étant le symptôme le plus commun. Les tests de laboratoire ont révélé, chez 11 d'entre eux, une insuffisance hépatique.	SOEHS, 1975
Non précisée	Treize travailleurs d'une usine de PVC avaient des symptômes semblables à ceux qui ont été énumérés ci-dessus. Chez 2 d'entre eux, soustraits à l'exposition, le premier pendant 6 mois et le second pendant 1,5 an, sont apparus des signes et des symptômes de la maladie causée par le chlorure de vinyle, aux mains et aux pieds.	SOEHS, 1975
Non précisée	Après des expositions chroniques répétées, les principaux symptômes neurologiques ont été des maux de tête, de l'irritabilité, des étourdissements, un sommeil tourmenté, de la diaphorèse, des pertes de mémoire, une asthénie générale et de la paresthésie.	SCC, 1981

7.4.2 Ingestion

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE RAT		
500 mg/kg	Dose létale 50	RTECS, 1979

7.4.3 Cancérogénicité

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
500 ppm (par intermittence, durant 4 ans)	Teneur toxique minimale, cancérogène	RTECS, 1979
200 ppm (exposition intermittente, durant 15 ans)	Par inhalation; agent tumorigène douteux	RTECS, 1979
Non précisée	Quatre morts signalés chez des employés de B.F. Goodrich Chemical Company, dues à l'angiosarcome du foie, un cancer rare. Après enquête, le NIOSH a conclu que le chlorure de vinyle était un agent probable des cancers professionnels.	NIOSH Standard, 1974
Non précisée	En mars 1976, on connaissait 48 cas d'angiosarcome du foie causés par le chlorure de vinyle, parmi lesquels 45, mortels. Les 9 employés canadiens touchés avaient travaillé dans une usine à Shawinigan, au Québec, et 9 des patients américains avaient travaillé dans une même usine. Ces morts se sont étalés sur une période de 14 ans, leur nombre annuel montrant une progression.	SCC, 1981
Non précisée	Une étude portant sur d'anciens employés d'une usine de produits chimiques de la compagnie Monsanto a montré une incidence accrue du cancer chez les travailleurs exposés au chlorure de vinyle; 34 des 110 cas de mortalité ont été causés par des cancers: des poumons, de la bouche, de l'appareil digestif et des glandes lymphatiques. Un était dû au cancer du foie. Seules les usines où il y avait eu exposition aux chlorures de vinyle et de polyvinyle ont fait l'objet d'une enquête.	COHSN, 1982

Exposition	Effets	Source
Non précisée	En plus d'angiosarcomes du foie, on a décelé des cancers du poumon dans certaines études épidémiologiques.	Lilis, 1981; Apfeldorf, 1981
Non précisée	Une étude des usines de polychlorure de vinyle et de chlorure de vinyle a révélé que, dans ce dernier cas, il y avait des taux de mortalité significativement élevés, dus à des tumeurs malignes des glandes lymphatiques et des tissus hématopoïétiques ainsi que du conduit gastro-intestinal; dans ce dernier cas, à cause surtout de tumeurs au foie.	Weber, 1981
De 1 à 10 ppm (à long terme)	Les effets à long terme tels que l'angiosarcome, les dommages au foie, le syndrome de Raynaud, peuvent être provoqués par des teneurs d'à peine 1 à 10 ppm; le déclenchement de l'angiosarcome prend de 13 à 20 ans; cependant, dans quelques rares cas, on a constaté des périodes plus courtes (3 à 6 ans).	EPA Assess., 1975
1 ppm (5 h/j, 5 j/sem., 35 ans)	Une étude des résultats épidémiologiques et divers modèles statistiques situent le risque d'angiosarcome du foie à $1,5 \times 10^{-8}$ (5 dans un million) à cette dose.	Gehring, 1979
• CHEZ LE RAT		
50 000 ppm-h	Dose cancérogène calculée à partir de diverses teneurs et durées, y compris de doses uniques.	Hehir, 1981
6000 ppm (5 h/j, journées 12 à 18 de gravidité)	Teneur toxique minimale, effet cancérogène (inhalation)	RTECS, 1979
600 ppm (8 h/j, 5 j/s)	Angiosarcome chez 23 p. 100 des animaux; incidence augmentée à 50 p. 100 par administration d'éthanol dans l'eau (5 p. 100 en volume). Il a été conclu que l'éthanol est un cocancérogène du chlorure de vinyle.	Radike, 1981

Exposition	Effets	Source
250 ppm (39 semaines)	Dose toxique, effet cancérogène (par inhalation)	RTECS, 1979
250 ppm (35 semaines)	Teneur toxique, effet cancérogène (par inhalation)	RTECS, 1979
50 ppm (30 semaines)	Teneur toxique minimale, effet cancérogène (par inhalation)	RTECS, 1979
34 g/kg (3 ans)	Teneur toxique, effet cancérogène (par voie orale)	RTECS, 1979
11 g/kg (3 ans)	Dose toxique minimale, effet cancérogène (par voie orale)	RTECS, 1979
250, 500, 2500, 6000, 10 000 ppm (127 semaines)	Argiosarcome du foie et d'autres organes ainsi que d'autres cancers. L'incidence de l'angiosarcome du foie chez les animaux varie, mais se situe autour de 10 p. 100; l'exposition à 50 ppm n'a abouti à aucun angiosarcome.	Maltoni, 1974, dans NIOSH Standard 1974; ICF, 1974
• CHEZ LE HAMSTER		RTECS, 1979
500 ppm (4 h/j pendant 30 semaines)	Teneur toxique minimale, effets cancérogènes (par inhalation)	
• CHEZ LA SOURIS		
5000 ppm-h	Dose cancérogène pour la souris, déterminée après diverses périodes d'exposition à diverses teneurs	Hehir, 1981
2500 ppm (5 h/j pendant 26 semaines, par intermittence)	Dose toxique, néoplasies (par inhalation)	RTECS, 1979
250 ppm (35 semaines, par intermittence)	Teneur toxique, effets cancérogènes (par inhalation)	RTECS, 1979
50 ppm (30 semaines, par intermittence)	Teneur toxique minimale, effets cancérogènes (par inhalation)	RTECS, 1979
50 ppm (6 h/j pendant 12 semaines, par intermittence)	Dose toxique (par inhalation)	RTECS, 1979
• ESPÈCE NON PRÉCISÉE		
25 ppm (4 h/j pendant un an)	Chez 120 animaux, 5 angiosarcomes du foie, 4 carcinomes de la *zymbal gland* et 1 néphroblastome.	Patty, 1981

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LE RAT, LA SOURIS ET LE HAMSTER		
Jusqu'à 0 à 30 000 ppm (une seule exposition ponctuelle étalée sur 52 semaines, par inhalation) et de 0,03 à 50 mg/kg (dose simple à 5 par semaine pendant 52 semaines, par ingestion ou injection)	Étude importante ayant porté sur 7000 animaux de diverses espèces, souches et sexes. Les résultats montrent que le chlorure de vinyle est un cancérogène polyvalent qui touche une foule d'organes et de tissus. Chez toutes les espèces, on a décelé l'angiosarcome du foie; beaucoup de types de tumeurs ont été trouvés. Le chlorure de vinyle se révèle cancérogène, qu'il soit administré par inhalation ou ingestion et il y a une relation précise entre la dose et la réponse. Les plus vulnérables sont les animaux nouveau-nés. Le chlorure de vinyle a des effets cancérogènes, même à la teneur de 50 ppm.	Maltoni, 1981
10 ppm (4 h/j pendant un an)	Un angiosarcome du foie, 2 angiosarcomes extra-hépathiques et 2 sarcomes de la *zymbal gland* chez 120 animaux	Patty, 1981
1 mg/kg	Chez 150 animaux, 3 angiosarcomes du foie, 1 angiosarcome extra-hépatique et 1 hépatome	Patty, 1981

7.4.4 Tératogénicité et mutagénicité

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Non précisée	Fréquence accrue d'aberrations chromosomiques des lymphocytes des travailleurs exposés	NIOSH/OSHA Bulletin, 1978
Non précisée	Taux accru des avortements chez les femmes de travailleurs qui avaient été exposés au chlorure de vinyle	NIOSH/OSHA Bulletin, 1978; Hatch, 1981

Exposition	Effets	Source
Non précisée	Une étude épidémiologique a été réalisée dans une région où la population, en général, était exposée au chlorure de vinyle. On a trouvé un taux élevé d'anomalies congénitales comparativement à d'autres localités; la fluctuation des anomalies correspondait aux fluctuations des teneurs en chlorure de l'environnement.	Laval, 1981
Non précisée	Une étude épidémiologique portant sur des travailleurs d'une usine de plastique et de caoutchouc a révélé un pourcentage supérieur d'anomalies chromosomiques comparativement à celui qu'on trouve chez les travailleurs d'autres secteurs industriels; toutefois, ces anomalies ne correspondaient pas à l'exposition au chlorure de vinyle, ce qui oriente les soupçons vers d'autres agents.	Heath, 1977
• CHEZ LE RAT		
1500 ppm (durant le premier, le deuxième ou le troisième trimestre de gestation)	Mortalité accrue des foetus et autres effets fétotoxiques si le chlorure de vinyle est administré durant le premier trimestre; aucune toxicité vis-à-vis des embryons lorsque l'administration a lieu au cours du deuxième ou du troisième trimestre.	Patty, 1981
• CHEZ LE HAMSTER (*Cricetulus griseus*)		
2500 ou 5000 ppm (4 h/j pendant 5 j)	Modifications chromosomiques dans les cellules de la moelle osseuse	Patty, 1981
• CHEZ LE HAMSTER		
600 mg/kg	Analyse cytogénique des aberrations chromosomiques suite à l'administration de chlorure de vinyle (*in vivo*). Aucun résultat signalé.	RTECS, 1979
20 pph (5 h)	Recherche des mutations des microsomes des cellules du poumon. Aucun résultat signalé.	RTECS, 1979

Exposition	Effets	Source
• CHEZ LA SOURIS		
3000, 10 000 ou 30 000 ppm pendant 5 j	Aucun effet létal dominant	Patty, 1981
• CHEZ *Drosophila melanogaster*		
1 pph	On a fait des essais de non-disjonction et de perte des chromosomes sexuels (*in vivo*). La voie d'administration était l'inhalation.	RTECS, 1979
• CHEZ *Salmonella typhimurium*		
11 p. 100 (dans l'air)	Test d'Ames positif: le chlorure de vinyle provoque des mutations ponctuelles, mais seulement après conversion métabolique.	Senate, 1974
2 à 20 p. 100 (dans l'air)	Test d'Ames positif selon plusieurs chercheurs	Fabricant, 1981

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

Aucune référence n'est donnée pour les symptômes de nature générale mentionnés dans la plupart des documents consultés. Seuls les symptômes ou troubles de nature particulière ou inhabituelle sont suivis d'une indication de source.

7.5.1 Inhalation

1. Irritation des muqueuses du nez et de la gorge
2. Maux de tête
3. Surexcitation (TDB (on-line), 1981)
4. Anesthésie (Patty, 1981)
5. Narcose
6. Engourdissement et picotements aux extrémités (TDB (on-line))
7. Troubles de la vue (TDB (on-line), 1981)
8. Étourdissements et perte du sens de l'orientation
9. Ivresse
10. Démarche mal assurée
11. Euphorie
12. Douleur à l'épigastre (TDB (on-line), 1981)
13. Anorexie

14. État de choc (Lefèvre, 1980)
15. Pertes de conscience
16. Coma
17. Mort, due à une insuffisance cardiaque ou respiratoire (Lefèvre, 1980)

7.5.2 Ingestion

Cette voie d'exposition est peu probable; toutefois, après ingestion, le chlorure de vinyle serait toxique et endommagerait les tissus (AAR, 1981).

7.5.3 Contact avec la peau

1. Dessèchement de la peau
2. Dermatite allergique (TDB (on-line), 1981)
3. Engelures
4. Irritation et brûlure dues à l'absorption de stabilisants phénoliques (GE, 1978)
5. Lésions diverses

7.5.4 Contact avec les yeux

1. Irritation
2. Conjonctivite
3. Lésions de la cornée dues à l'inflammation (Lefèvre, 1980)

7.6 Toxicité des produits de décomposition ou de combustion pour l'homme

Le chlorure de polyvinyle se décompose en chlorure d'hydrogène et en dioxyde de carbone lorsqu'il est soumis à une chaleur ou à une pression très élevées. Des études nombreuses ont montré que le phosgène n'a été décelé dans aucune situation ordinaire (SCC, 1976), même si certains documents signalent la présence de ce produit (GE, 1979). On pourrait s'attendre à la présence de produits de décomposition semblables lorsque le chlorure de vinyle brûle.

7.6.1 Dioxyde de carbone et chlorure d'hydrogène. - Le dioxyde de carbone est un gaz incolore et inodore qui, à des teneurs élevées, peut produire des effets narcotiques légers, stimuler la respiration et provoquer l'asphyxie. Sa TLV® est de 5000 ppm (8 h, MPT) et de 15 000 ppm (STEL) (TLV, 1983).

Le chlorure d'hydrogène peut être à l'état gazeux ou liquide. Sur la peau, il provoque une irritation, une inflammation, des brûlures, la formation de bulles, des lésions profondes, selon la teneur et la durée du contact. Sur les yeux, il peut provoquer des piqûres, des brûlures, l'opacification et la nécrose de la cornée. L'inhalation provoque la toux, l'étouffement, l'ulcération des muqueuses, la bronchite, la pneumonie et, en cas d'exposition à des teneurs extrêmement élevées, un oedème pulmonaire et la mort. Sa TLV® est de 5 ppm (8 h, MPT) (TLV, 1983).

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre le chlorure de vinyle et divers agents

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Source
En général														
Air			•										Formation d'un polyperoxyde instable qui peut provoquer une explosion	Bretherick, 1979
Chaleur				•									Polymérisation possible avec rupture possible de la paroi du récipient	NFPA, 1978
Feu		•	•			•							Les gros incendies de chlorure de vinyle sont presque inextinguibles; retour de flamme possible dû aux vapeurs.	Sax, 1979; NFPA, 1978
Groupes de corps														
Catalyseurs métalliques			•										Polymérisation qui peut être déclenchée par le cuivre, l'aluminium et leurs alliages	CCPA, 1983
Nitrures	•			•										EPA, 600/2-80-076
Oxydants	•			•										EPA, 600/2-80-076
Peroxydes organiques	•	•				•								EPA, 600/2-80-076

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les brefs exposés qui figurent dans la présente section sont repris des ouvrages sur lesquels a porté notre enquête bibliographique. Leur formulation d'origine a été respectée pour éviter toute déformation de sens; ce faisant, il a été impossible d'empêcher que n'apparaissent des contradictions entre les sources d'information. Toutefois, les contradictions touchant certaines mesures qui s'appliquent à des cas particuliers ne sont qu'apparentes, l'information pouvant être correcte ou non selon la situation. La mention d'une mesure ne constitue d'aucune façon une recommandation de la part d'Environnement Canada.

9.1.1 Danger d'incendie. - Le chlorure de vinyle est un gaz extrêmement inflammable qui forme facilement des mélanges explosifs avec l'air (GE, 1978). Les vapeurs peuvent se déplacer en surface vers les sources de combustion et provoquer un retour de flamme (NFPA, 1978). Ce corps peut subir une polymérisation exothermique dangereuse s'il est chauffé ou si la réaction est catalysée (GE, 1978).

9.1.2 Moyens d'extinction. - Arrêter la fuite avant de tenter d'éteindre le feu. Pulvériser de l'eau, d'une distance sûre, pour refroidir les récipients menacés par les flammes afin d'empêcher une rupture des parois ou une explosion (ERG, 1980).

Petit feu: Poudre sèche ou neige carbonique.

Grand feu: Eau pulvérisée, brouillard ou mousse.

Retirer les récipients de la zone d'incendie, si cela ne présente aucun danger. Ne pas s'approcher des têtes des citernes. Dans les cas de conflagration, recourir à une lance sur affût télécommandée ou à une lance-tourelle (ERG, 1980).

9.1.3 Évacuation de la zone dangereuse. - En cas d'explosion, la distance sûre pour se protéger contre les fragments projetés est d'au moins 600 m, dans toutes les directions. Tenir les moteurs à combustion interne et les autres sources d'inflammation à au moins 20 m de distance de la zone probable d'inflammation (EAG, 1978).

9.1.4 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.4.1 Information générale. - Arrêter ou ralentir la fuite du produit, si cela ne présente aucun danger. Éliminer toute source d'inflammation. Éviter tout contact avec la peau et éviter d'inhaler (Dow ERIS, 1981). Les petites fuites de chlorure de vinyle peuvent être arrêtées par l'insertion de chevilles de bois dans les petits trous, ou l'application d'une pièce de néoprène dans les orifices plus grands; cette pièce devrait être collée ou fixée aux récipients pour mieux l'assujettir (MCA, 1972). Il existe des trousses spéciales pour obturer les fuites des wagons-citernes de chlorure de vinyle (VCM, 1982).

Dans le cas de fuites plus grosses, impossibles à supprimer, abattre les vapeurs par pulvérisation d'eau. Faire en sorte de réduire au minimum le mélange d'air avec les vapeurs de chlorure de vinyle dans les locaux fermés et les récipients dont le contenu est en flammes. Pour prévenir les explosions, on recommande d'utiliser de l'eau, de l'azote ou tout gaz inerte (MCA, 1972).

On recommande l'emploi d'une mousse obtenue par pulvérisation d'une solution eau-hydrocarbure fluorée, afin de diminuer le danger que présentent les vapeurs et le feu (EPA, 670/2-75-042). Des essais de diverses mousses ont révélé que la plupart des mousses à petit foisonnement réduisent de moitié environ l'émission de vapeurs d'une mare (MSA, 1982).

9.1.4.2 Déversement sur le sol. - Si du chlorure de vinyle liquide est déversé sur le sol, endiguer si possible au moyen de barrières mécaniques ou chimiques pour empêcher l'étalement de la mare (EPA, 670/2-75-042). Si la température ambiante est basse et qu'en conséquence le chlorure de vinyle s'évapore lentement, on peut le pomper dans des récipients appropriés en vue de le réexpédier au fabricant. L'opération doit être menée avec une prudence extrême, au moyen de l'équipement adéquat, avec du personnel formé; autrement, la seule mesure sûre est de laisser le chlorure de vinyle s'évaporer.

9.1.4.3 Déversement dans l'eau. - Confiner, si c'est possible, au moyen de barrières naturelles. Enlever le produit au moyen de pompes aspirantes, en étant extrêmement prudent (EPA, 670/2-75-042). Sinon, la seule méthode sûre est de laisser le liquide s'évaporer.

9.1.5 Nettoyage et traitement

9.1.5.1 Déversement dans l'eau. - On peut étendre du charbon actif à raison de 10 p. 100 du tonnage déversé aux endroits où la teneur est d'au moins 10 mg/l. Le charbon actif peut ensuite être récupéré par dragage ou ascension (EPA, 670/2-75-042). L'aération de l'eau permet aussi de la débarrasser sensiblement du chlorure de vinyle.

9.1.5.2 Information générale. - Les procédés de traitement décrits ci-dessous se sont révélés applicables aux cas de déversement.

Procédé	Efficacité (%) (TSA, 1980)	Procédé	Efficacité maximale (%) (EPA, 600/8-80/042E)
Traitement biologique	100	Adsorption sur charbon actif en granulés	52

9.1.6 Élimination du polluant. - Le chlorure de vinyle résiduaire ne doit jamais être rejeté directement dans les égouts ou les eaux de surface. On peut le brûler dans un incinérateur, à température élevée; les gaz d'émission seront directement épurés de tout l'acide chlorhydrique formé (GE, 1978).

9.1.7 Appareils et vêtements de protection. - Avant d'entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés chimiques ne sont connus, il faut revêtir un scaphandre résistant aux agents chimiques et porter un appareil respiratoire autonome.

Si le produit déversé est du chlorure de vinyle:

L'équipe d'intervention doit porter des vêtements imperméables et un appareil respiratoire autonome (Dow ERIS, 1981; GE, 1978);

Le chlorure de vinyle met environ une heure à traverser des vêtements fabriqués des matières suivantes: butyl-caoutchouc, polyuréthanne, styrène-butadiène et Viton (Little, 1983);

Tout vêtement souillé de chlorure de vinyle doit être enlevé immédiatement, lavé et séché avant d'être remis (MCA, 1972);

Sur les lieux de l'intervention, les bains oculaires automatiques et les douches à fort débit, contre les agents chimiques, doivent être d'accès facile (GE, 1978).

Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des éléments minimaux de protection des voies respiratoires requis pour une intervention sur les lieux d'un déversement de chlorure de vinyle (GE, 1978). Il est à noter que les respirateurs classiques à filtres de charbon actif ont un pouvoir d'absorption très faible à l'égard du chlorure de vinyle. Dans les essais réalisés à des teneurs de 50 ppm et à une humidité relative de 50 p. 100, ils sont traversés en 40 mn. À 100 ppm et à la même humidité relative, ils le sont en 160 minutes. À humidités relatives élevées, le temps est plus court (NIOSH, 1974).

Protection minimale du système respiratoire contre les vapeurs de chlorure de vinyle

Situation	Équipement
Jusqu'à 10 ppm	Respirateur à cartouche anti-vapeurs organiques
Jusqu'à 25 ppm	Respirateur à masque couvre-visage et à bidon filtrant
Au-dessus de 25 ppm	Respirateur autonome ou à adduction d'air
Lutte contre l'incendie	Appareil respiratoire autonome

9.1.8 Entreposage. - L'entreposage doit se faire dans un local frais, bien aéré; on préfère un endroit à l'extérieur ou une construction à l'écart, résistante au feu. Tenir à

distance des agents d'oxydation et des sources de chaleur ou d'inflammation. Protéger les bouteilles contre les dommages matériels (GE, 1978).

9.2 Équipement, techniques et produits spécialisés d'intervention

La liste qui suit est tirée d'une étude publiée en 1982 par Dillon et elle est constituée d'articles qui peuvent convenir aux interventions (ce ne sont pas les seuls). On trouvera dans l'étude citée des renseignements plus détaillés sur les caractéristiques, l'efficacité et la distribution des articles énumérés.

Colmatage des fuites

Modifications physico-chimiques

Trousse d'urgence pour les wagons-citernes de chlorure de vinyle

Procédé Ultrox (U.-V. et Ozone)

10 CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

10.1 Information générale

Le présent chapitre expose un cas d'accident. Il donne des renseignements qui permettent au lecteur de mieux comprendre le processus d'intervention et les mesures de lutte que requiert un déversement accidentel. Le cas rapporté ici a été choisi en fonction de certains critères; il ne faut pas voir dans le nombre de cas décrits une indication relative à l'ampleur ou à la fréquence des déversements.

Lorsqu'il y aura une nouvelle édition du présent guide, les auteurs procéderont à une mise à jour qui permettra d'intégrer au présent chapitre toute nouvelle information pertinente qui rendra compte du progrès des techniques d'intervention.

10.2 Déraillement d'un train (MacGregor, 1980)

Aux petites heures d'un matin d'hiver, un train déraille. Deux wagons-citernes de chlorure de vinyle sont perforés. Ils fuient. Dans un cas, c'est la vanne de sûreté; dans l'autre, une perforation d'environ 5 cm sur 7. Cette dernière fuite ne sera découverte que quatre jours après le déraillement.

Dans le cas de la vanne, la fuite semble mineure, à cause de la température ambiante, inférieure au point d'ébullition du chlorure de vinyle (-13,4 °C). Même si la teneur en chlorure de vinyle de la neige, à 1 m de l'un des wagons-citernes se révèle supérieure à 20 ppm, les teneurs à hauteur d'homme sont en général très faibles. Fait inattendu, une partie du chlorure de vinyle liquide traverse la neige et est piégée entre cette dernière et le sol. On peut l'observer par des zones cristallines anormales dans la neige. Le reste s'évapore plus ou moins rapidement selon l'évolution de la température. Dans ces circonstances, peu de choses peuvent être faites pour confiner ou récupérer le chlorure de vinyle.

Au troisième jour, on obture la vanne de sûreté et on commence à enlever les débris. Le lendemain, on découvre l'orifice dans la paroi du second wagon-citerne "grâce à un miroitement comme celui d'une conduite de gaz ou de la surface d'une route en été". Une zone de 6 m sur 9 est délimitée au moyen d'un cordon en vue d'une opération de rapiéçage. Après avoir découpé l'enveloppe extérieure au moyen de cisailles à main, afin d'empêcher l'explosion, on découpe une pièce provisoire dans le métal d'une pelle, la housse de téflon d'une planche à repasser servant de joint d'étanchéité. Plus tard, on fixe un bouchon permanent en bois dans l'orifice, qu'on recouvre de Velodur (métal plastique) qui durcit par réchauffement, au cours de la nuit, au moyen d'une bouteille d'eau chaude remplie d'antigel. Le lendemain matin, on applique sur ce bouchon un renfort constitué d'une plaque d'acier de 1,3 cm d'épaisseur, galbée pour s'adapter à la paroi du récipient intérieur et pressée contre cette

dernière au moyen d'un boulon et d'un levier de métal. Le chlorure de vinyle est ensuite transvasé dans de nouveaux wagons-citernes.

On estime que 70 600 l de chlorure de vinyle ont été déversés à la suite de cet accident. Des mesures de la pollution atmosphérique ont lieu durant le nettoyage, sur les lieux mêmes et à proximité. En général, à hauteur d'homme, on ne décèle aucune teneur, sauf à proximité immédiate des wagons-citernes endommagés, où les teneurs dépassent parfois 5 ppm (TLV®), ce qui limite l'accès des travailleurs. Aucune trace de chlorure de vinyle n'est décelée dans les échantillons d'air prélevés dans le périmètre de la zone touchée. De plus, on prélève des échantillons de sol, d'eau de fonte, d'eau de boisson et d'eau souterraine, sur les lieux mêmes et à l'extérieur, après le nettoyage. On ne décèle aucune trace de chlorure de vinyle dans l'eau de boisson même si on trouve des résidus dans le sol, la neige et l'eau souterraine. Trois mois après l'accident, la teneur maximale en chlorure de vinyle des eaux souterraines (prélevées au coeur de la zone touchée) avait baissé à 0,05 mg/l.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1977; CIAL, 1977). - La chromatographie en phase gazeuse à détecteur d'ionisation de flamme permet la mesure du chlorure de vinyle dans la gamme de 0,008 à 5,2 mg/m^3 (3,2 ppb à 2,01 ppm).

Un volume connu d'air est aspiré dans deux tubes de 7 cm sur 6 mm (diamètre externe), chacun contenant deux compartiments de charbon actif de granulométrie 20/40, séparés par 2 mm de mousse d'uréthanne. Le premier compartiment en contient 100 mg; le second, 50. En amont de l'absorbant, on place un tampon de laine de verre silanisé. On recommande de prélever 5 l d'air à raison de 50 ml/mn.

Les deux tubes de charbon sont incisés en aval du premier compartiment, puis brisés. Le charbon du premier compartiment, le plus grand, est transvasé dans un récipient de 2 ml, fermé, renfermant 1,0 ml de sulfure de carbone. L'opération est répétée pour le charbon du second compartiment. On doit accorder 30 mn à la désorption. Une prise d'essai de 5 µl est injectée dans le chromotographe.

Le chlorure de vinyle est dosé à l'aide d'un intégrateur électronique qui mesure la surface des pics en la confrontant à une courbe d'étalonnage. Il est aussi tenu compte des temps de rétention. Les constantes typiques de l'appareil sont les suivantes. Le gaz vecteur est de

l'hélium, au débit de 40 ml/mn; le débit de l'hydrogène, de 65 ml/mn; celui de l'air, de 500 ml/mn. La température de la chambre d'injection est de 230 °C; celle du détecteur, de 230 °C; et celle de la colonne, de 60 °C. Cette colonne mesure 0,6 cm sur 548,6 (0,25 po sur 216). Elle est en acier inoxydable et garnie de Chromosorb W.

11.2 Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)

On peut utiliser un tube détecteur Drager pour le chlorure de vinyle. On y aspire l'air au moyen d'une pompe multi-gaz; le virage au brun pâle de l'indicateur violet dénote la présence de chlorure de vinyle (Drager, 1979).

11.3 Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Spectrophotométrie de partage dans l'infrarouge (AWWA, 1981). - Cette méthode permet le dosage du chlorure de vinyle dans la gamme de 40 à 400 ppm (40 à 400 g/ml). Il faut prélever au moins 1 litre d'un échantillon représentatif dans un récipient convenable.

L'échantillon est acidifié à pH 2 par addition d'environ 5 ml d'acide chlorhydrique à 50 p. 100. Il est ensuite transvasé dans une ampoule à décantation, le récipient de l'échantillon étant rincé avec 30 ml de Fréon 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). Les rinçures sont aussi transvasées dans l'ampoule. La phase du solvant est vidée dans une fiole jaugée de 100 ml. La phase aqueuse est soumise à deux autres extractions avec 30 ml de Fréon. Les extraits de Fréon sont réunis dans la fiole jaugée, et le volume est ajusté au trait de jauge.

Le dosage se fait au moyen de cuves appariées de 1 cm dans le proche infrarouge, dans un spectrophotographe I.-R. à double faisceau. L'échantillon est analysé par balayage dans le domaine de 3200 à 2700 cm^{-1}, le solvant étant dans la cuve de référence. Les résultats de l'analyse sont rapportés à une courbe d'étalonnage.

11.4 Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)

L'analyse peut se faire par spectroscopie infrarouge. L'échantillon prélevé est soumis à une extraction au Fréon 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane), comme dans la section 11.3.1. La prise d'essai est analysée entre 3200 et 2700 cm^{-1}, au moyen d'un spectrophotographe I.-R. à double faisceau, la cuve de référence contenant du Fréon. La présence d'une bande caractéristique d'absorption dans le spectre dénote la présence de chlorure de vinyle (AWWA, 1981).

11.5 Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)

11.5.1 Spectrophotométrie infrarouge (AWWA, 1981). - Cette méthode permet le dosage du chlorure de vinyle dans la gamme de 40 à 400 ppm (40 à 400 µg/ml).

On recueille dans un pot de verre environ 20 g de sol, pesés exactement. On les sèche par addition de sulfate de magnésium. On les soumet à une extraction au Fréon 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). Au moyen de cuves de quartz appariées de 1 cm, dont celle de référence contient du Fréon, on analyse dans un spectrophotographe I.-R. à double faisceau, entre 3200 et 2700 cm^{-1}. On reporte les résultats sur une courbe d'étalonnage.

11.6 Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)

On peut utiliser la spectroscopie infrarouge. L'échantillon prélevé est soumis à une extraction au Fréon 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane), comme en 11.5.1. On analyse dans un spectrophotographe à double faisceau, entre 3200 et 2700 cm^{-1}, la cuve de référence contenant du Fréon. La présence d'une bande caractéristique d'absorption dans le spectre indique la présence de chlorure de vinyle (AWWA, 1981).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE

(Reproduction intégrale de l'édition anglaise)

12.1 Références

AAR 1981: BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA (May, 1981).

APCD 1978: Air Pollution Control Directorate, Emissions of Vinyl Chloride to the Ambient Air Around Manufacturing Facilities in Ontario, Fisheries and Environment Canada, Ottawa, Ontario, EPS5-AP-77-14 (1978).

Apfeldorf 1981: Apfeldorf, R. and P.F. Infante, "Review of Epidemiologic Study Results of Vinyl Chloride-Related Compounds", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 221-226 (1981).

AWQC 1978: Ambient Water Quality Criteria: Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1978).

AWQC 1980: Ambient Water Quality Criteria for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB 81-117889, EPA 440/5-80-078. (1980)

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 15th edition, American Public Health Association, Washington, DC., Method 503B (1981).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, second edition, Butterworths, London, England (1979).

B.C. 1980: Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Workers' Compensation Act, Vancouver, British Columbia (July, 1980).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario (December, 1980).

CCP 1982: News/Update, Canadian Chemical Processing, Vol. 66, No. 1, p. 14 (19 February 1982).

* CCPA 1983: The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members Toronto, Ontario (1983).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX (1967).

CG-D-38-76: Bauer, W.H. et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76 (August, 1975).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3 (April, 1974).

---

* Publié également en français.

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC (1978).

CIAL 1977: Chemical Industries Association Ltd., The Determination of Vinyl Chloride: A Plant Manual, London (1977).

CIC 1977: "An Overview of the Vinyl Chloride Hazard in Canada", Chemistry in Canada, pp. 24-37 (Summer, 1977).

COHSN 1982: "Specific Monsanto Plant Worksites a Factor in Workers' Cancer Deaths?", Canadian Occupational Health and Safety News, Vol. 5, No. 6, p. 6 (February, 1981).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Vinyl Chloride", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario (April, 1983).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH (1980).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI (1978).

* Dillon 1982: M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada (1982).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, fourth edition, Cincinnati, OH (1981).

Doniger 1978: Doniger, D.A., The Law and Policy of Toxic Substances Control, A Case Study of Vinyl Chloride, John Hopkins University Press, Baltimore, MD (1978).

Dow ERIS 1981: Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario (1981).

Dow MSDS 1980: Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario (27 June, 1980).

DPIMR 1981: Dangerous Properties of Industrial Materials Report, "Vinyl Chloride", pp. 85-87 (January-February, 1981).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI (1972).

Drager 1979: Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, fourth edition, Lubeck, Germany, p. 156 (1979).

EAG 1978: U.S. Department of Transportation, Emergency Action Guide for Selected Hazardous Materials, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1978).

EPA 1974: Preliminary Assessment of the Environmental Problems Associated with Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-239-110 (1974).

---

* Publié également en français.

EPA 1975: The So-Called Vinyl Chloride Disease, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-258-838-t (1975).

EPA 1976: Standard Support and Environmental Impact Statement, Volume 2: Promulgated Emission Standard for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-258-827 (1976).

EPA 1978: National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants. Inspection Manual for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-289-778 (1978).

EPA Assess. 1975: Scientific and Technical Assessment Report on Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-249-461 (1975).

EPA Aqua 1976: Dynamic Behaviour of Vinyl Chloride in Aquatic Ecosystems, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA 600/3-76-001 (1976).

EPA Std. 1975: Standard Support and Environmental Impact Statement: Emission Standard for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA 450/2-75-009 (1975).

EPA 600/2-80-076: Hatayama, H.K., J.J. Chen, E.R. deVera, R.D. Stephens, and D.L. Storm, A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH (April, 1980).

EPA 600/8-80-042E: Treatability Manual, Volume V, Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC, EPA 600/8-80-042E (July, 1980).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J. et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042 (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1980).

Fabricant 1981: Fabricant, J.D. and M.S. Legator, "Mutagenicity Studies of Vinyl Chloride", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 189-193 (1981).

FKC 1975: Lowenheim, F.A. and M.K. Moran, M.K., Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY. (1975)

GE 1978: General Electric Company, Material Safety Data Sheets, "Vinyl", Material Safety Information Services, Schenectady, NY (August, 1978).

Gehring 1979: Gehring, P.J., B.E. Watanebe, and C.N. Park, "Risk of Angiosarcoma in Workers Exposed to Vinyl Chloride as Predicted from Studies in Rats", Toxicol. Appl. Pharmacol., Vol. 49, pp. 15-21 (1979).

Hatch 1981: Hatch, M., J. Kline, and A. Stein, "Power Considerations in Studies of Reproductive Effects of Vinyl Chloride and Some Structural Analogs", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 195-201 (1981).

HCG 1981: Compressed Gas Association, Inc., Handbook of Compressed Gases, second edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1981).

Heath 1977: Heath, C.W., C.R. Dumont, J. Gambier, and R.J. Waxweller, "Chromosomal Damage in Men Occupationally Exposed to Vinyl Chloride Monomer and Other Chemicals", Environ. Res., Vol. 14, pp. 68-72 (1977).

Hehir 1981: Hehir, R.M., B.P. McNamara, J. Jr. McLaughlin, D.A. Willigan, G. Bierbower, J.F. Hardisty, "Cancer Induction Following Single and Multiple Exposures to a Constant Amount of Vinyl Chloride Monomer", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 63-67 (1981).

HMR 1978: Association of American Railroads, Hazardous Materials Regulations of the Department of Transportation, Washington, DC (1978).

ICF 1974: ICF, Vinyl Chloride: A Case Study of the New Occupational Health Hazard, Geneva, Switzerland (1974).

INRS 1975: Truhaut, R. and J. Berrod, "Les risques toxiques et cancérogènes du chlorure de vinyle", INRS, Cahiers de Notes Documentaires, No. 80, pp. 365-385 (1975).

Kirk-Othmer 1983: Kirk-Othmer Encyclopedia of Technology, 3rd edition, Vol. 23, John Wiley & Sons, New York (1983).

Laval 1981: Association Between Birth Defects and Exposure to Ambient Vinyl Chloride, Laval University, for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB 81-238883 (1981).

* Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J. and E.O. Becker, First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA (1980).

Lilis 1981: Lilis, R., "Review of Pulmonary Effects of Poly(vinyl Chloride) and Vinyl Chloride Exposure", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 167-169 (1981).

Little 1983: Schwope, A.D., P.P. Costas, J.P. Jackson, and D.J. Weitzman, Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, A.D. Little Inc. for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1983).

MacGregor 1980: Canadian Transport Commission, Railway Transport Committee, Western Division, Report on Inquiry into Derailment of CNR Train B806QM09 on 10 March 1980 at Deer, Manitoba, Otherwise Referred to as "The MacGregor Derailment", Saskatoon, Saskatchewan, Case No. WDR-8/80 (19 September 1980).

Maltoni 1981: Maltoni, C., G. Lefemine, A. Ciliberti, G. Cotti, and D. Carretti, "Carcinogenicity Bioassays of Vinyl Chloride Monomer: A Model of Risk Assessment on an Experimental Basis", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 3-29 (1981).

Matheson 1974: Matheson Gas Products, The Matheson Unabridged Gas Data Book, Lyndhurst, NJ (1974).

Matheson 1980: Braker, W. and A.L. Mossman, Matheson Gas Data Book, Matheson Inc., Lyndhurst, NJ (1980).

---

* Publié également en français.

MCA 1972: Manufacturing Chemists Association, Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC (1972).

Merck 1976: Windholz, M., S. Budavari, L.Y. Stroumtsos, and M.N. Fertig, (eds), The Merck Index, ninth edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ (1976).

MSA 1982: MSA Corporation, Vinyl Chloride Monomer, Pittsburgh, PA (1982).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, seventh edition, Boston, MA (1978).

NIOSH 1974: National Institute for Occupational Safety and Health, An Evaluation of Organic Vapor Respirator Cartridges and Canisters Against Vinyl Chloride, Cincinnati, OH, PB 273881 (1974).

NIOSH 1977: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, second edition, Vol. 1, P&CAM 178, Cincinnati, OH (April, 1977).

NIOSH Standard 1974: U.S. Department of Health, Education and Welfare, NIOSH Recommended Standard for Occupational Exposure to Vinyl Chloride, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH (1974).

NIOSH/OSHA Bulletin 1978: U.S. Department of Health, Education and Welfare, National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. Department of Labour, Occupational Safety and Health Administration, Joint NIOSH/OSHA Current Intelligence Bulletin 28: Vinyl Halides - Carcinogenicity, NIOSH Publication No. 79-102, Cincinnati, OH (September, 1978).

NIOSH/OSHA 1981: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123 (1981).

NTIS 1981: National Technical Information Service, Toxicity of Vinyl Chloride, 1969 -May 1981 (Citations from the NTIS Data Base), Springfield, VA, PB 81-806408 (1981).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC (1981).

Ontario Tentative Standards 1982: Ontario Ministry of the Environment, List of Tentative Standards, Guidelines and Provisional Guidelines for Air Contaminants as of January 1982, Air Resources Branch, Toronto, Ontario (1982).

Ont. Reg. 1982: Ontario Ministry of Labour, Regulation Respecting Vinyl Chloride - Made Under the Occupational Health and Safety Act, Revised Statutes of Ontario, 1980, Chapter 321, Toronto, Ontario (July, 1982).

OSHA 1974: Occupational Safety and Health Administration, Proposed Regulation: Vinyl Chloride, Washington, DC, PB 297005 (1974).

Patty 1981: Clayton, G.D. and F.E. Clayton, (eds), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario (1981).

PPH 1974: Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Gulf Publishing Company, Houston, TX (1974).

PTP 1980: Sittig, M. (ed.), Priority Toxic Pollutants, Health Impacts and Allowable Limits, Noyes Data Corp., NJ (1980).

Québec 1979: Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette officelle du Quebec: Partie 2, Lois et règlements, L'Editeur Officiel du Quebec (Novembre, 1979).

Radike 1981: Radike, M.J., L.K. Stemmer, and E. Bingham, "Effects of Ethanol on Vinyl Chloride Carcinogenesis", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 59-82 (1981).

Raj 1974: Raj, P.P.K. and A.S. Lakekar, Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238 (January, 1974).

Rosenstock 1977: Rosenstock, H.M., K. Draxl, B. Steiner and J.T. Herron, Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC (1977).

* RTDCR 1974: Canadian Transport Commission, Regulations for the Transport of Dangerous Commodities by Rail, Published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J. and R.L. Tatken, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH (September, 1980).

Saskatchewan 1981: Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan (May, 1981).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, fifth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1979).

SCC 1976: Arnold, E.J., Technical Aspects of Vinyl Chloride in the Environment, prepared for the Science Council of Canada (May, 1976).

SCC 1981: Phillips, M.J., Medical Aspects of Vinyl Chloride, prepared for the Science Council of Canada (June, 1981).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario (1979).

Senate 1974: Hearing Before the Subcommittee on Environment of the Committee on Commerce, United States Senate, Ninety-third Congress, Second Session on Dangers of Vinyl Chloride, U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1974).

SOEHS 1975: Taylor, W., Technical Bulletin No. 7, Vinyl Chloride Monomer: A Review, Scottish Occupational and Environmental Health Service Ltd., Dundee, Scotland (April, 1975).

Sussex 1977: Pedley, J.B. and J. Rylance, Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England (1977).

* Publié également en français.

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL (May, 1979).

TDB (on-line) 1981: Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, available from National Library of Medicine, Washington, DC (1981).

* TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada (June, 1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV® s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983, Cincinnati, OH (1983).

TSA 1980: Shuckrow, A.J., A.P. Pajak, and J.W. Osheka, Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA (1980).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim (1975).

USDOL MSDS 1978: U.S. Department of Labour, Material Safety Data Sheet, "Vinyl Chloride Monomer", PPG Industries Inc., Pittsburgh, PA (March, 1978).

USDHEW 1981: U.S. Department of Health and Human Services, Second Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, DC (1981).

VCM 1982: PPG Industries Inc., Vinyl Chloride Monomer: Handling and Properties, Natrium, WV (1982).

VCT 1980: U.S. Department of Health and Human Services, Vinyl Chloride Technology, Literature Search No. 80-8, National Library of Medicine, Washington, DC (1980).

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1984).

Weber 1981: Weber, H., W. Reini and E. Greiser, "German Investigations on Morbidity and Mortality of Workers Exposed to Vinyl Chloride", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 95-99 (1981).

12.2 Bibliographie

* Air Pollution Control Directorate, Emissions of Vinyl Chloride to the Ambient Air Around Manufacturing Facilities in Ontario, Fisheries and Environment Canada, Ottawa, Canada, EPS5-AP-77-14 (1978).

Ambient Water Quality Criteria: Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1978).

Ambient Water Quality Criteria for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB 81-117889, EPA 440/5-80-078.

---

* Publié également en français.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, fourth edition, Cincinnati, OH (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV®s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983, Cincinnati, OH (1983).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC., Method 503B (1981).

"An Overview of the Vinyl Chloride Hazard in Canada", Chemistry in Canada, pp. 24-37 (Summer, 1977).

Apfeldorf, R. and P.F. Infante, "Review of Epidemiologic Study Results of Vinyl Chloride-Related Compounds", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 221-226 (1981).

Arnold, E.J., Technical Aspects of Vinyl Chloride in the Environment, prepared for the Science Council of Canada (May, 1976).

Association Between Birth Defects and Exposure to Ambient Vinyl Chloride, Laval University, for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB 81-238883 (1981).

Association of American Railroads, Hazardous Materials Regulations of the Department of Transportation, Washington, DC (1978).

Bauer, W.H. et al., Agents, Methods and Devices for Amelioration of Discharge of Hazardous Chemicals on Water, Rensselaer Polytechnic Institute for the U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-D-38-76 (August, 1975).

BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA (May, 1981).

Braker, W. and A.L. Mossman, Matheson Gas Data Book, Matheson Inc., Lyndhurst, NJ (1980).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, second edition, Butterworths, London, England (1979).

Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette officelle du Quebec: Partie 2, Lois et règlements, L'Editeur Officiel du Quebec (Novembre, 1979).

* The Canadian Chemical Producers' Association, List of Members, Toronto, Ontario (1983).

Canadian Transport Commission, Railway Transport Committee, Western Division, Report on Inquiry into Derailment of CNR Train B806QM09 on 10 March 1980 at Deer, Manitoba, Otherwise Referred to as "The MacGregor Derailment", Saskatoon, Saskatchewan, Case No. WDR-8/80 (19 September 1980).

* Canadian Transport Commission, Regulations for the Transport of Dangerous Commodities by Rail, Published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario (1974).

---

* Publié également en français.

Chemical Industries Association Limited, The Determination of Vinyl Chloride: A Plant Manual, London (1977).

Clayton, G.D. and F.E. Clayton, (eds.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario (1981).

Compressed Gas Association, Inc., Handbook of Compressed Gases, second edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1981).

Corpus Information Services Ltd., "Vinyl Chloride", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario (April, 1983).

Dangerous Properties of Industrial Materials Report, "Vinyl Chloride", pp. 85-87 (January-February, 1981).

* M.M. Dillon, Survey of Countermeasures Systems for Hazardous Material Spills, Environment Canada, Ottawa, Canada (1982).

Doniger, D.A., The Law and Policy of Toxic Substances Control, A Case Study of Vinyl Chloride, John Hopkins University Press, Baltimore, MD (1978).

Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario (1981).

Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario (27 June 1980).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI (1972).

Dynamic Behaviour of Vinyl Chloride in Aquatic Ecosystems, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA 600/3-76-001 (1976).

Fabricant, J.D. and M.S. Legator, "Mutagenicity Studies of Vinyl Chloride", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 189-193 (1981).

Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Gulf Publishing Company, Houston, TX (1974).

Gehring, P.J., B.E. Watanabe, and C.N. Park, "Risk of Angiosarcoma in Workers Exposed to Vinyl Chloride as Predicted from Studies in Rats", Toxicol. Appl. Pharmacol., Vol. 49, pp. 15-21 (1979).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL (May, 1979).

General Electric Company, Material Safety Data Sheets, "Vinyl", Material Safety Information Services, Schenectady, NY (August, 1978).

---

* Publié également en français.

Hatayama, H.K., J.J. Chen, E.R. deVera, R.D. Stephens, and D.L. Storm, A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH (April, 1980).

Hatch, M., J. Kline, and A. Stein, "Power Considerations in Studies of Reproductive Effects of Vinyl Chloride and Some Structural Analogs", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 195-201 (1981).

Hearing Before the Subcommittee on Environment of the Committee on Commerce, United States Senate, Ninety-third Congress, Second Session on Dangers of Vinyl Chloride, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. (1974).

Heath, C.W., C.R. Dumont, J. Gambler, and R.J. Waxweller, "Chromosomal Damage in Men Occupationally Exposed to Vinyl Chloride Monomer and Other Chemicals", Environ. Res., Vol. 14, pp. 68-72 (1977).

Hehir, R.M., B.P. McNamara, J. Jr. McLaughlin, D.A. Willigan, G. Bierbower, and J.F. Hardisty, "Cancer Induction Following Single and Multiple Exposures to a Constant Amount of Vinyl Chloride Monomer", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 63-67 (1981).

ICF, Vinyl Chloride: A Case Study of the New Occupational Health Hazard, Geneva, Switzerland (1974).

Kirk-Othmer Encyclopedia of Technology, 3rd edition, Vol. 23, John Wiley & Sons, New York (1983).

* Lefèvre, M.J. and E.O. Becker, First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA (1980).

Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, fourth edition, Lubeck, Germany, p. 156 (1979).

Lewis, R.J. and R.L. Tatken, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH (September, 1980).

Lilis, R., "Review of Pulmonary Effects of Poly(vinyl Chloride) and Vinyl Chloride Exposure", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 167-169 (1981).

Lowenheim, F.A. and M.K. Moran, Faith, Keye's and Clark's Industrial Chemicals, Wiley-Interscience, New York, NY (1975).

Maltoni, C., G. Lefemine, A. Ciliberti, G. Cotti, and D. Carretti, "Carcinogenicity Bioassays of Vinyl Chloride Monomer: A Model of Risk Assessment on an Experimental Basis", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 3-29 (1981).

Manufacturing Chemists Association, Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC (1972).

Matheson Gas Products, The Matheson Unabridged Gas Data Book, Lyndhurst, NJ (1974).

---

* Publié également en français.

MSA Corporation, Vinyl Chloride Monomer, Pittsburgh, PA (1982).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX (1967).

National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants, Inspection Manual for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-289-778 (1978).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA (1978).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 1, P&CAM 178, Cincinnati, OH (April, 1977).

National Institute for Occupational Safety and Health, An Evaluation of Organic Vapor Respirator Cartridges and Canisters Against Vinyl Chloride, Cincinnati, OH, PB 273881 (1974).

National Technical Information Service, Toxicity of Vinyl Chloride, 1969 - May 1981 (Citations from the NTIS Data Base), Springfield, VA, PB 81-806408 (1981).

News/Update, Canadian Chemical Processing, Vol. 66, No. 1, p. 14 (19 February 1982).

Occupational Safety and Health Administration, Proposed Regulation: Vinyl Chloride, Washington, DC, PB 297005 (1974).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC (1981).

Ontario Ministry of Labour, Regulation Respecting Vinyl Chloride - Made Under the Occupational Health and Safety Act, Revised Statutes of Ontario, 1980, Chapter 321, Toronto, Ontario (July, 1982).

Ontario Ministry of the Environment, List of Tentative Standards, Guidelines and Provisional Guidelines for Air Contaminants as of January 1982, Air Resources Branch, Toronto, Ontario (1982).

Pedley, J.B. and J. Rylance, Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England (1977).

* Phillips, M.J., Medical Aspects of Vinyl Chloride, prepared for the Science Council of Canada (June, 1981).

Pilie, R.J. et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042 (June, 1975).

PPG Industries Inc., Vinyl Chloride Monomer: Handling and Properties, Natrium, WV (1982).

---

* Publié également en français.

Preliminary Assessment of the Environmental Problems Associated with Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-239-110 (1974).

Radike, M.J., K.L. Stemmer, and E. Bingham, "Effects of Ethanol on Vinyl Chloride Carcinogenesis", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 59-82 (1981).

Raj, P.P.K. and A.S. Lakekar, Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238 (January, 1974).

Rosenstock, H.M., K. Draxl, B. Steiner, and J.T. Herron, Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC (1977).

Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan (May, 1981).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, fifth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1979).

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario (1979).

Schwope, A.D., P.P. Costas, J.P. Jackson, and D.J. Weitzman, Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, A.D. Little Inc. for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1983).

Scientific and Technical Assessment Report on Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-249-461 (1975).

Shuckrow, A.J., A.P. Pajak, and J.W. Osheka, Concentration Technologies for Hazardous Aqueous Waste Treatment, Touhill, Shuckrow and Associates, Inc., Pittsburgh, PA (1980).

Sittig, M. (ed.), Priority Toxic Pollutants, Health Impacts and Allowable Limits, Noyes Data Corp., NJ (1980).

The So-Called Vinyl Chloride Disease, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-258-838-t (1975).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario (December, 1980).

"Specific Monsanto Plant Worksites a Factor in Workers' Cancer Deaths?", Canadian Occupational Health and Safety News, Vol. 5, No. 6, p. 6 (February, 1981).

Standard Support and Environmental Impact Statement: Emission Standard for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA 450/2-75-009 (1975).

Standard Support and Environmental Impact Statement, Volume 2: Promulgated Emission Standard for Vinyl Chloride, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, PB-258-827 (1976).

Taylor, W., Technical Bulletin No. 7, Vinyl Chloride Monomer: A Review, Scottish Occupational and Environmental Health Service Ltd., Dundee, Scotland (April, 1975).

Toxicity Data Base, Toxicology Information On-Line, Available from National Library of Medicine, Washington, DC (1981).

* Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada (June, 1980).

Treatability Manual, Volume V, Summary, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, DC, EPA 600/8-80-042E (July, 1980).

Truhaut, R., Berrod, J., "Les risques toxiques et cancérogènes du chlorure de vinyle", INRS, Cahiers de notes documentaires, No. 80, pp. 365-385 (1975).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim (1975).

U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123 (1981).

U.S. Department of Health and Human Services, Second Annual Report on Carcinogens, National Toxicology Program, U.S. Public Health Service, Washington, DC (1981).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, NIOSH Recommended Standard for Occupational Exposure to Vinyl Chloride, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH (1974).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. Department of Labour, Occupational Safety and Health Administration, Joint NIOSH/OSHA Current Intelligence Bulletin 28: Vinyl Halides - Carcinogenicity, NIOSH Publication No. 79-102, Cincinnati, OH (September, 1978).

U.S. Department of Health and Human Services, Vinyl Chloride Technology, National Library of Medicine, Literature Search, No. 80-8, Washington, DC (1980).

U.S. Department of Labour, Material Safety Data Sheet, "Vinyl Chloride Monomer", PPG Industries Inc., Pittsburgh, PA (March, 1978).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3 (April, 1974).

U.S. Department of Transportation, Emergency Action Guide for Selected Hazardous Materials, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1978).

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC (1978).

---

* Publié également en français.

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1984).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH (1980).

Weber, H., W. Reini, and E. Greiser, "German Investigations on Morbidity and Mortality of Workers Exposed to Vinyl Chloride", Environ. Health Perspect., Vol. 41, pp. 95-99 (1981).

Windholz, M., S. Budavari, L.Y. Stroumtsos, and M.N. Fertig, (eds.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ (1976).

Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Workers' Compensation Act, Vancouver, British Columbia (July, 1980).